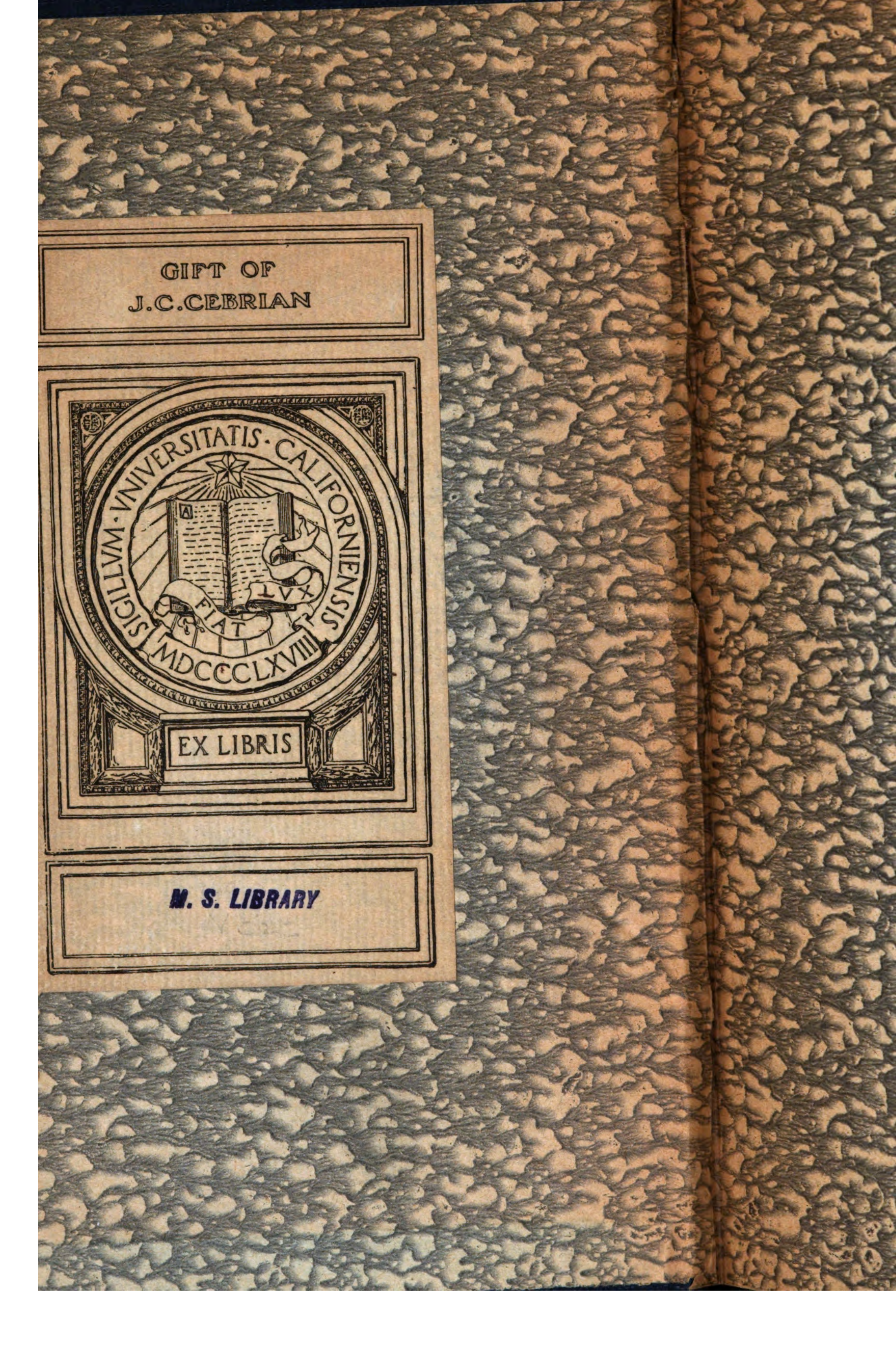
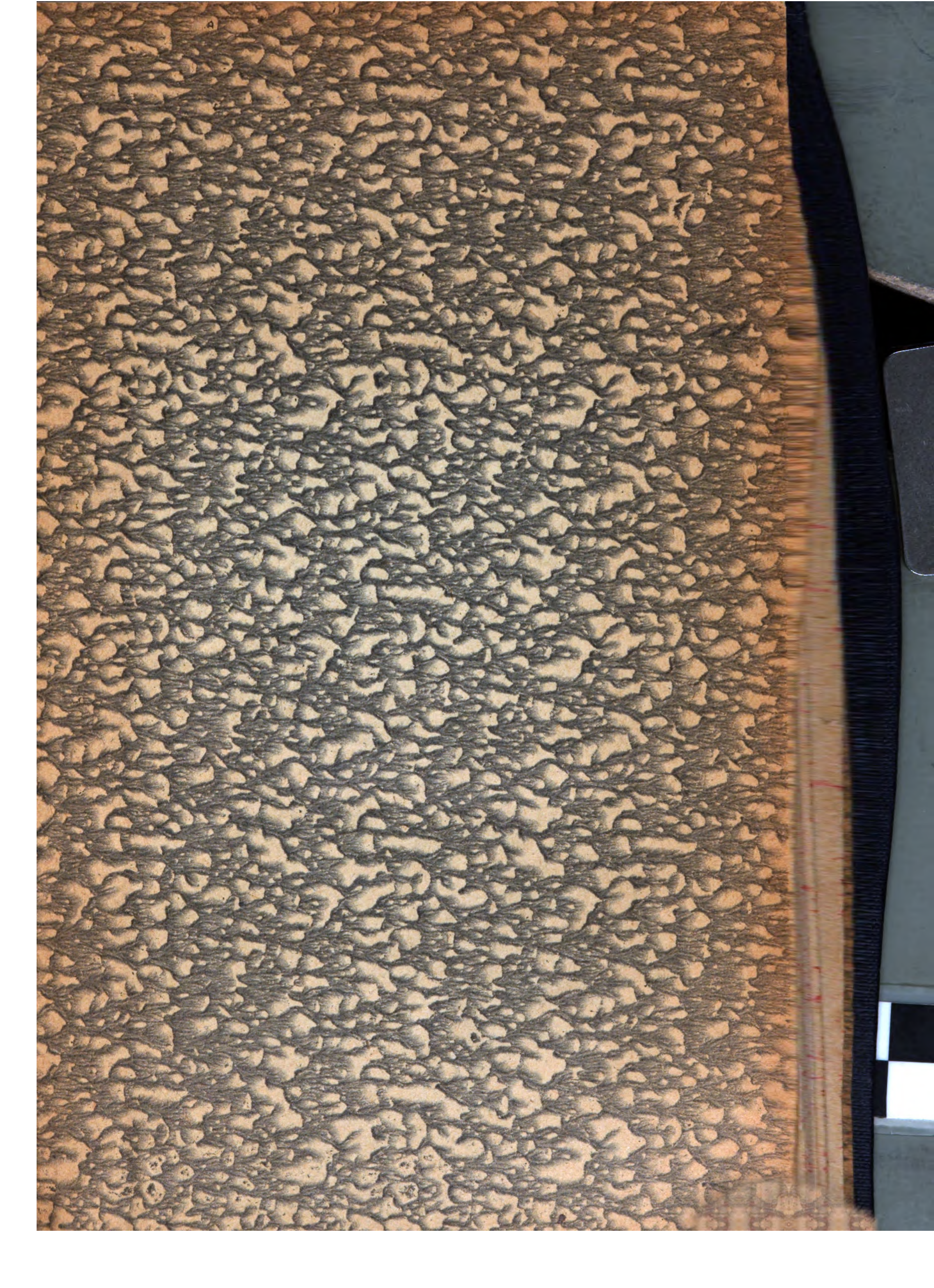



GIFT OF
J.C.CEBRIAN
SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS
M. S. LIBRARY



MANUAL DEL MÉTODO RONTGEN

MANUAL

DEL MÉTODO

RÖNTGEN

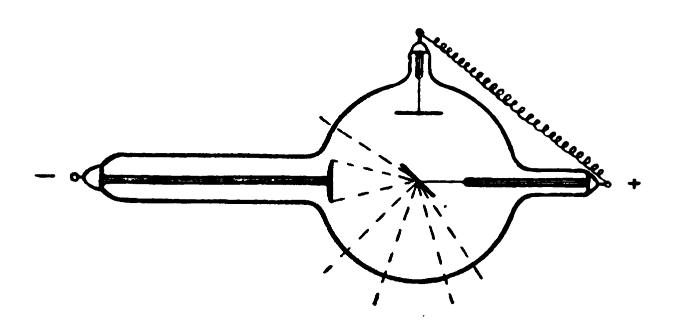
(CON UN APÉNDICE DE APLICACIÓN Á CAMPAÑA)

POR

Bartolomé Navarro Cánovas

MÉDICO MAYOR DE SANIDAD MILITAR
PROFESOR DE RADIOGRAFÍA EN EL HOSPITAL MILITAR DE MADRID
EX-INTERNO, POR OPOSICIÓN,
DE LOS HOSPITALES PROVINCIAL Y CLÍNICO DE ESTA CAPITAL

Con 88 figuras y 4 tablas intercaladas en el texto.



MADRID
R. VELASCO, IMPRESOR, MARQUÉS DE SANTA ANA, II DUP.º
TELÉFONO NÚMERO 551
1912

Al Excmo. Sr. D. Angel Aznar

Teniente General del Ejército, Ex-ministro de la Guerra, etc.

dedica esta modesta labor su subordinado,

El Autor.

Monsieur le Docteur

Bartolomé Navarro Cánovas

MADRID

Mon cher ami:

Le développement énorme de la science radiologique depuis les seize années qui se sont écoulées depuis la decouverte de Roentgen, a été une source inestimable de profits pour la diminution des souffrances de l'humanité. Cet essor rapide et précieux a été acquis par la collaboration des collégues physiciens du professeur de Wurzburg avec les nombreux médecins qui ont utilisé les radiations nouvelles. Si, nous autres Allemands, sommes heureux et fiers de compter Roentgen parmi nos compatriotes, si nous faisons tous nos efforts pour amener la roentgenologie à son apogée, nous savons aussi fort bien que les progrés réalisés sont l'oeuvre de savants de tous les pays et que les biens scientifiques sont internationaux.

Dans les pays espagnols, qui nous sont si sympathiques, on a très intelligemment travaillé dans le domaine

des rayons X et les succès qu'on y a obtenus, on dépassé toutes les prévisions.

Je me fais un plaisir tout particulier d'offrir mon appui et ma recommandation sincère à l'ouvrage de mon célèbre et distingué ami le Dr. Navarro, de Madrid.

Friedrick Dessauer.

Frankfurt a/M. 8 Mai 12.

PARTE PRIMERA

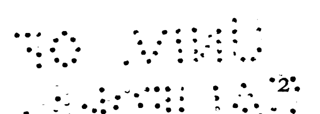
Fundamentos físicos de los aparatos Rontgen.

I

De la energía y corriente eléctricas.—La Electricidad, como la luz, el calor, el magnetismo y la fuerza, es una de las múltiples formas en que la energia universal se manifiesta. Según la ley de la conservación de la energía, todas estas formas de la misma son equivalentes entre sí y transformables unas en otras. Así, la máquina de vapor transforma la energía química del carbón y del oxígeno en energía calorífica y ésta, á su vez, en energía de movimiento. La máquina de vapor actúa sobre una dinamo para convertir la energía del movimiento en energía eléctrica. Y, finalmente, la energía eléctrica de la dinamo se transforma en la luz y el calor del alumbrado. Por esta razón, los aparatos conocidos con el nombre de *generadores de electricidad* no deben considerarse tal como la frase expresa, sino como verdaderos transformadores de la energía.

Una forma nueva de transformarse la electridad es la de los rayos Rontgen, objeto especial de nuestro estudio en sus aplicaciones á la Medicina.

Hasta hace poco tiempo no se ha podido explicar de ninguna manera el concepto de la Electricidad, y aun hoy mismo



no hay ninguna teoría que pueda aplicarse en todos los casos. Parece, sin embargo, que la teoría de los electrones está en armonía con hechos experimentales y puede conducirnos á la solución de este importante problema. Esta teoría se halla fundada en la existencia de partículas, conocidas con el nombre de electrones, que son mucho más pequeños que los más diminutos átomos que hasta la fecha se conocen, como son los del hidrógeno, á los cuales se les calcula una cantidad de masa dos mil veces mayor que la de un electron.

Se supone que los átomos están constituídos por estas tan diminutas partículas, llamadas electrones, los cuales se hallan repartidos en cantidades iguales, de negativos unos y positivos otros. Además, se admite que, aparte los electrones que entran á formar los átomos, existen también electrones libres en los cuerpos. Se supone que los fenómenos que conocemos bajo el nombre de electricidad, son producidos por ciertos movimientos, ó de los electrones que constituyen los átomos, ó de los electrones libres, pero no existe aún ninguna explicación definitiva de la corriente eléctrica.

Caracteres de la corriente eléctrica: Unidades eléctricas.—POTENCIAL: VOLTIO.—Para explicar ciertos conceptos fundamentales de la electricidad, es preciso recurrir á la representación hidráulica. Potencial, en general, se puede considerar como el almacenamiento de una cantidad de trabajo para poder utilizarlo en un momento determinado. Si queremos poner en movimiento una turbina mediante la energía hidráulica, hemos de elevar la masa líquida para utilizar la fuerza desplegada en su caída sobre las aspas de aquélla. Hay que producir un desnivel del líquido. Cuanto mayor sea éste, cuanto más elevado sea el nivel del manantial respecto del punto en que se verifique el choque del líquido contra la turbina, mayor será la energía desarrollada. Pues de forma análoga á la expresada puede considerarse el potencial eléctrico, el cual está representado por un desnivel eléctrico entre los dos polos de un generador de electricidad, ya sea una dinamo, una pila eléctrica, etc. En el símil hidráulico, el valor positivo de la fuerza almacenada corresponde al nivel del manantial, y el valor cero al

punto en que se utiliza esta fuerza. En un generador eléctrico, pila, dinamo, etc., el valor positivo ó nivel eléctrico máximo pertenece al polo positivo y el valor cero al polo negativo.

Esta diferencia de nivel que en un salto de agua existe entre el punto más alto y el en que el líquido choca contra las aspas de una turbina, se llama en electricidad, *potencial* ó *tensión eléctrica.*

Para que la corriente eléctrica se realice, hay que establecer un potencial ó diferencia de nivel eléctrico entre los dos polos de un generador. Al polo de potencial más elevado se le llamará positivo y negativo al de potencial más bajo. Por efecto del desnivel eléctrico establecido entre ambos polos *(fig. 1.ª)* circula la corriente desde el positivo al negativo, y, ya dentro del generador, sigue la electricidad su camino desde el polo negativo al positivo, pero aquí ya necesitamos representarnos al generador como una bomba aspirante impelente que eleva el líquido desde el punto ó potencial más bajo, polo negativo, al nivel ó potencial más alto, polo positivo, para que el círculo del movimiento del líquido, ó del flúido eléctrico, no se interrumpa.

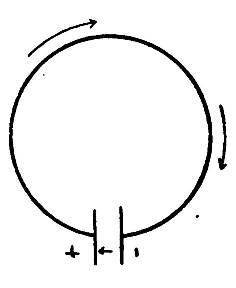


Fig. 1.ª

Se deduce de lo expuesto, que para determinar el valor de este desnivel eléctrico hay que considerar siempre dos puntos del círculo en la corriente, pues tratándose de una pendiente, no se puede comprender la altura de un punto de ella sin relación con otro de la misma. Como medio mnemotécnico, puede compararse el potencial ó tensión eléctrica á la presión hidráulica.

Como el gramo es medida de peso y el metro medida de longitud, se ha convenido en denominar voltio á la unidad de potencial eléctrico. Prácticamente equivale á la tensión de una pila de Daniel.

INTENSIDAD: AMPERIO.—Intensidad es la cantidad de corriente eléctrica que atraviesa un conductor.

Así como el potencial varía y se hace más pequeño desde el polo positivo al negativo de un generador eléctrico, la intensidad es la misma en cualquier punto del recorrido de la corriente.

La unidad de intensidad se llama *amperio*.

Existe una unidad de cantidad, el culombio, que aunque no interesa directamente al radiógrafo sí le conviene conocer. Una corriente eléctrica que atraviesa una disolución de sulfato de cobre, descompone esta sal, quedando reducido el metal en cantidad mayor ó menor, según sea la intensidad de la corriente empleada. Se ha convenido en llamar culombio á la cantidad de electricidad necesaria para depositar 327 milígramos de cobre, ó 1.118 de plata, si la sal es de esta clase.

Si en este fenómeno que acabamos de exponer tenemos presente el factor tiempo, resultará, que esta cantidad de metal reducido de la sal, se habrá depositado en poco ó en mucho tiempo, según haya sido mayor ó menor la cantidad de electricidad gastada, es decir, la intensidad de la corriente eléctrica. Si la corriente ha reducido mucho metal en poco tiempo, esto es, si transporta muchos culombios en poco tiempo, será más intensa, y viceversa. La intensidad se mide por el número de culombios producidos en la unidad de tiempo, y cuando ha tenido lugar un culombio en un segundo, se le denomina *amperio*.

Resistencia: Ohmio.—Si unimos los polos de un generador eléctrico que proporciona una corriente de potencial invariable, por medio de un alambre de hierro de un metro de longitud y un milímetro de grueso, y después repetimos la operación sustituyendo el alambre de hierro por otro de cobre de iguales dimensiones, observaremos que, en el primer caso, ha pasado á través del conductor una corriente de una intensidad menor que en el segundo. Esto prueba que el alambre de hierro opone al paso de la corriente una resistencia mayor que el de cobre. Por tanto, puede decirse que el cobre es más conductible para la corriente eléctrica que el hierro.

Existe, pues, una conductibilidad específica propia de cada cuerpo, y, así, por ejemplo, la plata goza de la mayor conduc-

tibilidad y la niquelina de la menor, entre los metales. Entre ambos cuerpos se hallan, por orden de conductibilidad, de mayor á menor, el cobre, el oro, el aluminio, el platino, el niquel, el hierro, el plomo, el mercurio, etc.

Los metales son los cuerpos que están dotados de mayor conductibilidad. Y son, por el contrario, malos ó poco conductores, el vidrio, la ebonita, el cauchú, las resinas, la madera y otros. Conviene tener presente, que la humedad aumenta considerablemente la conductibilidad de los cuerpos.

La resistencia de un conductor depende, además, de otros dos factores, y son: la longitud y la sección ó grosor del mismo. Es fácil comprender que, en una tubería de conducción de agua, opondrá aquella menor resistencia al paso del líquido si es de amplio calibre que si, por el contrario, es estrecha, y no será difícil admitir, que cuanto más alarguemos el tubo de referencia, mayor dificultad hallará el líquido en atravesarlo, es decir, encontrará mayor resistencia. Lo cual dará por resultado que el gasto de agua aumentará conforme aumente la luz del tubo y disminuirá según se alargue el mismo.

Esto mismo se repite en Electricidad. Lo cual se puede expresar diciendo que la resistencia de un conductor está en razón directa de su longitud é inversa de su sección ó grosor. De aquí se deduce que, á mayor sección y menor longitud del conductor corresponderá mayor intensidad de la corriente, y viceversa, á mayor longitud y sección menor, intensidad menor de la corriente.

La unidad de resistencia se llama *ohmio,* y está representada por la resistencia que opone al paso de la corriente eléctrica un alambre de cobre de 50 metros de longitud y un milímetro de sección, ó una columna de mercurio de 106,3 centímetros de longitud y un milímetro de sección, á la temperatura de cero grados centígrados.

Ley de Ohm.—Entre los tres factores que caracterizan una corriente eléctrica, como son la tensión, la intensidad y la resistencia, existe una relación mutua y constante. Y en efecto, conociendo dos de estas tres magnitudes se puede hallar la tercera, mediante la ley de Ohm.

La ley de Ohm comprende los tres casos siguientes:

$$(1.^{\circ}) \quad \text{Intensidad} = \frac{\text{Potencial (ó tensión)}}{\text{Resistencia}}$$

En obsequio á la brevedad, se pueden sustituir las palabras intensidad, potencial y resistencia, por las unidades que las representan, en la forma siguiente:

$$\text{Amperio} = \frac{\text{Voltio}}{\text{Ohmio}}$$

Lo cual quiere decir, que si conocemos el potencial del manantial eléctrico con que trabajamos y la resistencia del circuito ó conductores que atraviesa la corriente que utilizamos, podemos saber al momento la intensidad ó número de amperios de esta. Así, por ejemplo, si el potencial es de 110 voltios y la resistencia de 10 ohmios, tendremos:

$$\text{Amperio} = \frac{110}{10} = 11 \text{ amperios;}$$

la intensidad de la corriente será de 11 amperios.

Por la ley de Ohm se halla también el valor de la resistencia de un aparato, conociendo los otros dos factores: el potencial y la intensidad.

Se plantea en la siguiente forma:

$$(2.^{\circ}) \quad \text{Ohmio} = \frac{\text{Voltio}}{\text{Amperio}}$$

Es decir, que si sabemos que el potencial que nos señala el aparato de medida correspondiente (voltímetro) es de 150 voltios y la intensidad marcada por su respectivo aparato de medida (amperímetro) es de 10 amperios, podemos deducir por esta segunda fórmula el resultado siguiente:

$$\text{Ohmio} = \frac{150}{10} = 15.$$

La resistencia de los aparatos será de 15 ohmios.

Y, finalmente, si se trata de deducir el valor del potencial ó número de voltios del manantial con que trabajamos, no tenemos sino multiplicar los otros dos factores, la intensidad por la resistencia, ó sea, los amperios por los ohmios.

(3.º) Voltio = Amperio × Ohmio.

Si la resistencia es de 25 ohmios y la intensidad de 6 amperios, tendremos que

Voltio = 25 × 6 = 150 voltios.

El potencial que actúa sobre una corriente de 6 amperios con 25 ohmios de resistencia, será de 150 voltios.

En un caso, pues, se multiplica, y en los otros dos se divide.

Corriente continua y corriente alterna.—Haciendo referencia al símil hidráulico, podemos considerar dos depósitos de agua á distinta altura, por virtud de cuyo desnivel el líquido se dirigirá del depósito más alto al más bajo. Siempre que la corriente líquida fluya de una manera constante, en el mismo sentido y con igual intensidad, del depósito más elevado al que está más bajo, diremos que la corriente es *continua.*

En un sistema eléctrico compuesto de un generador con sus polos, positivo y negativo, y un conductor intermedio, obtendremos una corriente continua siempre que no varíe la diferencia de potencial entre ambos polos, ni la resistencia interpuesta entre ellos, ni el sentido de la corriente. En estas condiciones, la corriente circulante se dirige desde el polo positivo, que se expresa con el signo más (+), al polo negativo, que se expresa con el signo menos (—), y no varía en su intensidad. Es decir, que si ésta es de 10 amperios, por ejemplo, dicha intensidad no aumenta ni disminuye. Además, el sentido de la corriente es el mismo, porque siempre se dirige desde el polo +, que es el de potencial más alto, al polo —, de potencial más bajo.

Si cambia cualquiera de las condiciones mencionadas obtendremos otra forma de corriente.

Fijemos la atención en las *figuras 2.ª, 3.ª* y *4.ª,* que repre-

sentan dos depósitos de agua en comunicación por un tubo de cauchú al nivel de sus respectivos fondos. Cojámoslos en nuestras manos y elevemos uno más que el otro, y viceversa, y así alternativamente. Sucederá que del depósito más alto, el de la derecha, por ejemplo, pasará el agua al de la izquierda, y, cuando subamos el de la izquierda, bajando el de la derecha, el líquido pasará, como antes, del más alto ó de la izquierda, al más bajo, que es el de la derecha. Pero, además, cuando ambos depósitos se hallen á la misma altura, el líquido estará al mismo nivel, y, entonces, no se establecerá ninguna corriente. El resultado viene á ser el de un movimiento de péndulo.

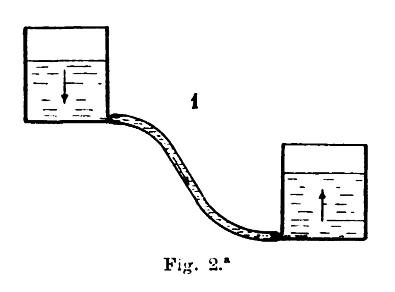


Fig. 2.ª

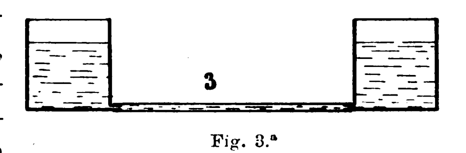


Fig. 3.ª

De forma que el potencial aumenta progresivamente en el vaso que se eleva, al mismo tiempo que disminuye en el otro que desciende. Pero hay un momento en que los dos vasos están á la misma altura y entonces los potenciales se igualan y no hay corriente.

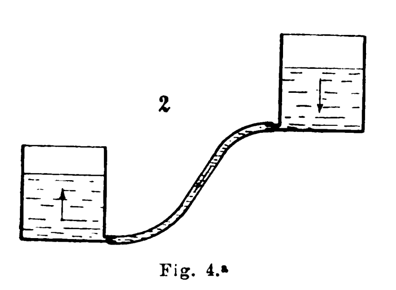


Fig. 4.ª

Se deduce de lo expuesto, que la corriente circula unas veces en un sentido y otras en el sentido opuesto, obedeciendo siempre á la diferencia de potencial entre ambos polos, de los cuales el positivo es el punto de origen de la corriente. Como los potenciales de ambos puntos, representados por los vasos referidos, varían constantemente, la corriente que se pro-

duce cambia de sentido, y, además, de intensidad, pues se comprende que, cuando el potencial en un vaso llega á su valor máximo, la intensidad de la corriente será también máxima, toda vez que la resistencia no varía, según ya sabemos por la ley de Ohm.

Fijemos la atención en la *fig. 5.ª*. Esta curva está dividida en dos partes; una por encima y otra por debajo de la línea horizontal. Cada una representa un cambio, onda ó impulso de la corriente, y las dos forman lo que se llama un período.

El sentido de la corriente es inverso en cada cambio, para cuya distinción se ha convenido en representarlos por encima y debajo de la línea horizontal. En cada cambio se pueden con-

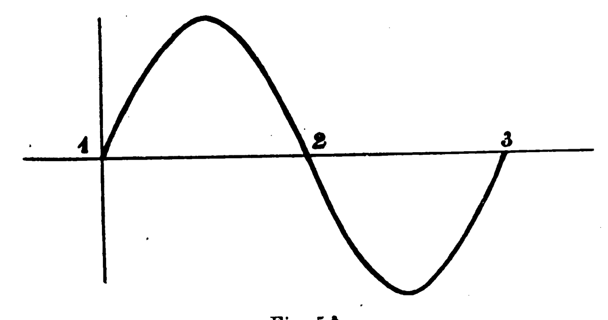


Fig. 5.ª

siderar dos fases, correspondientes al curso ascendente y al descendente de la curva, que son los momentos en que la corriente aumenta de intensidad hasta su valor máximo y disminuye hasta su valor 0. Tal es la corriente *alterna*.

Según la rapidez con que cambie el potencial, así será mayor ó menor el número de cambios por segundo, es decir, el número de ondas ó impulsos de la corriente.

El número de períodos suele ser de 50 ó 60, aunque puede llegar á 100 y 120.

Trabajo de la corriente eléctrica.—Si en vez de dividir, como antes lo hemos hecho, multiplicamos los voltios por los amperios, obtendremos otra medida eléctrica, de grande importancia práctica, y es la del trabajo eléctrico.

Volviendo al símil hidráulico convendrá recordar que, si

queremos alcanzar el mayor rendimiento de un salto de agua, no bastará con que este salto sea muy elevado, sino que precisa además que la cantidad de agua sea considerable. Como no basta tampoco, para el mayor rendimiento del trabajo útil que buscamos, con que la masa líquida sea enorme si en su caída el salto es muy pequeño. Hace falta mucha altura y gran masa para poder desarrollar un trabajo considerable. Porque éste se obtiene multiplicando la masa por la altura.

En los fenómenos eléctricos equivale el potencial á la altura y la intensidad á la masa. Por consiguiente, si multiplicamos el potencial por la intensidad, tendremos el trabajo eléctrico, como antes obtuvimos el hidráulico multiplicando la altura por la masa.

Claro está, que según aumente cualquiera de ambos factores, potencial ó intensidad, aumentará el producto ó resultado.

El producto de la unidad de potencial, voltio, por la unidad de intensidad, amperio, es el vatio. Pero como el vatio, desde el punto de vista industrial, es una unidad muy pequeña, se ha convenido en reunir mil unidades de esta clase para formar un kilovatio, como mil gramos hacen un kilogramo. El consumo de un kilovatio durante una hora constituye el kilovatio-hora, que es la unidad industrial.

Efectos térmicos de la corriente eléctrica.—Siempre que la corriente eléctrica atraviesa un conductor, éste se calienta, por la transformación en calor que aquella experimenta. La cantidad de calor desarrollada depende de tres factores, y son: intensidad de la corriente, tiempo que dura el paso de la corriente y resistencia del conductor; hallándose en relación directa la cantidad de calor producido con todas ó cualquiera de las tres condiciones apuntadas. Si crece demasiado la intensidad eléctrica, ó se prolonga el tiempo del paso de la corriente, y, sobre todo, aumenta la resistencia del conductor, éste se calienta hasta el extremo de fundirse.

De lo expuesto se deduce, que todo conductor debe servir, según su sección, para dar paso á una cantidad máxima de corriente, con objeto de evitar su fusión ó haya un consumo inútil de energía eléctrica que se transforma en calor.

El adjunto cuadro representa la carga máxima que corresponde á un conductor de cobre según su sección:

TABLA

Sección del alambre		*Carga máxima*
0,75 milímetros	....	4 amperios.
1 »	....	6 »
1,5 »	....	10 »
2,5 »	....	15 »
4 »	....	20 »
6 »	....	30 »
10 »	....	40 »
25 »	....	80 »
50 »	....	100 »

Efectos magnéticos de la corriente eléctrica.—Al recorrer la corriente eléctrica un conductor, no sólo se transforma en calor sino que, además, crea un campo magnético alre-

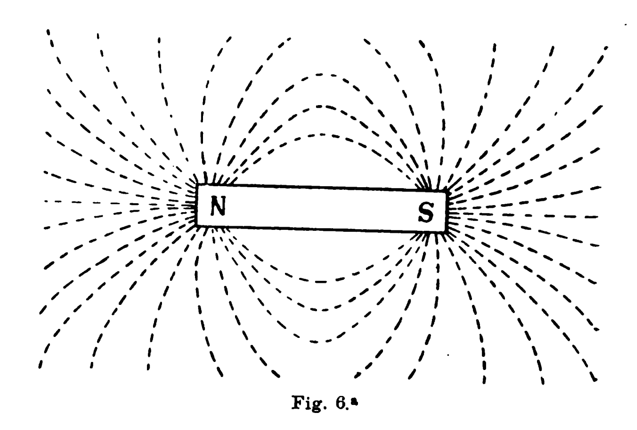


Fig. 6.ª

dedor de aquel. Para darse cuenta de lo que es un campo magnético, se coloca sobre una barra imantada una hoja de papel en la cual se han extendido limaduras de hierro, observándose entonces que éstas se disponen en líneas que adoptan una disposición determinada, según está representado en la *figura 6.ª*. Arrancan las líneas de fuerza del polo N. marchan

por fuera del imán en dirección al polo S. y vuelven á lo largo y por dentro del mismo para llegar al polo N.

Si en el campo que forman estas llamadas líneas magnéticas se encuentra un pedacito de hierro, éste es atraído por el imán *figura 7.ª*.

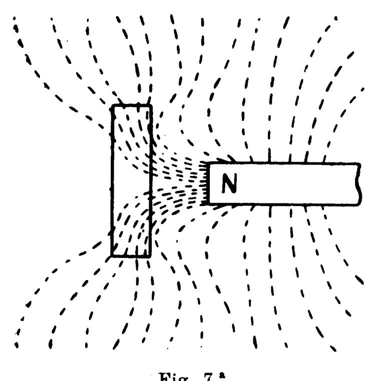
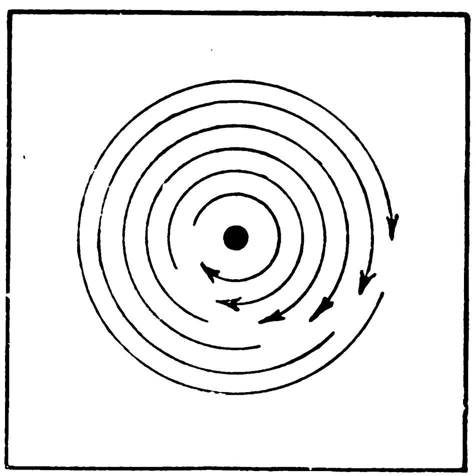


Fig. 7.ª

En todo conductor atravesado por una corriente eléctrica, se produce á su alrededor un campo magnético de líneas de fuerza en la forma que vamos á explicar. Las líneas de fuerza no siguen la dirección longitudinal del conductor, sino que adoptan la de círculos, cuyo centro corresponde al mismo cnnductor, tal y como está representado en las *figuras 8.ª* y *9.ª*


Fig. 8.ª

Si enrollamos el conductor dándole la forma de solenoide ó de muelle, los círculos de líneas de fuerza del referido conductor se alcanzan unos á otros, adoptando la disposición de la *fig. 10*. En este caso, el campo de líneas de fuerza recuerda la disposición del de una barra magnética. Las líneas de fuerza salen de un extremo de la bobina, carrete ó solenoide, que de estos modos se puede expresar, se dirigen por fuera y

á lo largo de este hacia el otro extremo, para volver por el espacio hueco interior del mismo al punto de partida, describiendo una curva en forma de elipse.

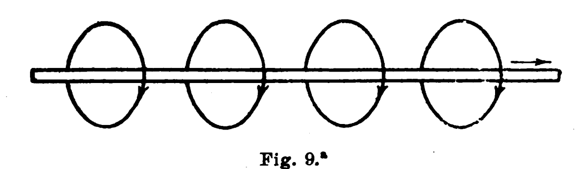


Fig. 9.ª

Este solenoide, recorrido por una corriente, se llama magneto, puesto que puede atraer partículas de hierro que se encuentren en el campo magnético. *(Fig. 10).*

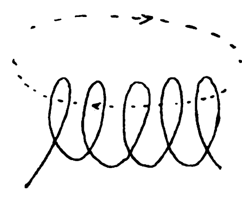


Fig. 10.

Si dentro del magneto introducimos una barra de hierro, crece extraordinariamente la intensidad del campo magnético, por oponer el hierro al paso de las líneas magnéticas una resistencia mucho menor que la del aire que ocupaba el interior del carrete. El hierro viene á condensar el flujo interior de líneas magnéticas. Este carrete, relleno de hierro y atravesado por una corriente, se llama electro-magneto, pues atrae con mucha mayor fuerza un trozo de hierro. *(Figura 11).*

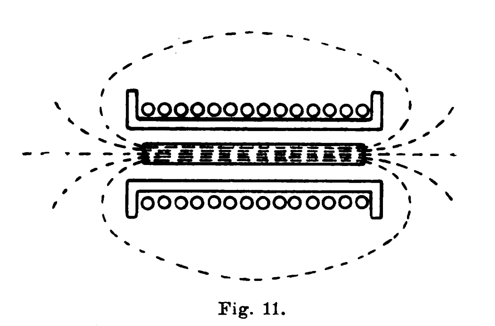


Fig. 11.

Así ya se puede convertir la energía de la corriente eléctrica en movimiento mecánico.

La fuerza de atracción magnética desarrollada por la corriente eléctrica, está en relación directa de la intensidad de la corriente y del número de vueltas del alambre.

Electrolisis.—Si en vez de un conductor metálico utili-

zamos una disolución de un compuesto químico, que en este caso recibe el nombre de electrolito, como el sulfato de cobre, por ejemplo, á través de la cual hacemos pasar una corriente eléctrica, observaremos que se producen como resultado del paso de la corriente, fenómenos de descomposición de la sal. El proceso de descomposición química que se verifica al atravesar la corriente eléctrica un electrolito, recibe el nombre de electrolisis.

Los electrolitos se dividen principalmente en ácidos, como el clorhídrico; bases, como la sosa, y sales, como el sulfato de cobre.

Para comprender el proceso de la electrolisis puede servirnos de ejemplo la del agua. Si se sumergen en un vaso que contenga agua ligeramente acidulada, dos tubitos de ensayo llenos de este líquido, con sus extremos abiertos sumergidos en el mismo y en los cuales se han introducido dos electrodos de platino, y hacemos pasar la corriente eléctrica, se verificará la descomposición del agua. En el tubo en que está introducido el polo negativo de la corriente, se desprende el hidrógeno, el cual asciende dentro del tubo. En el otro tubo se desprende el oxígeno. Las cantidades de oxígeno é hidrógeno desprendidas en los tubos, corresponden exactamente á la constitución química del agua, cuya molécula se compone, como es sabido, de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Y en efecto, se han recogido en los tubos estos gases en proporción de dos volúmenes de H. por uno de O. Mediante la corriente eléctrica se descomponen también, en forma análoga al agua, un gran número de compuestos químicos, constituyendo este proceso de la electrolisis de los elementos químicos el fundamento de muchos procedimientos de fabricación.

Pero para que la descomposición se verifique, es necesario que la corriente empleada en la descomposición del agua posea una tensión mayor que la que se desprende al verificarse la combinación de los elementos que forman el agua.

Es decir, que si al combinarse el hidrógeno y el oxígeno para formar el agua producen un potencial de 1,5 voltios, el agua á su vez exigirá para ser descompuesta ó electrolizada, una tensión superior á 1,5 voltios.

II

Producción y propagación de la corriente eléctrica.

Pilas eléctricas.—Una lámina de zinc, otra de cobre, separadas por un paño y sumergidas en un vaso que contiene una disolución acuosa de ácido sulfúrico al 10 por 100, componen una pila en su forma más sencilla y elemental. Y en efecto, si se unen por medio de un alambre el polo positivo (cobre) con el polo negativo (zinc), y se monta entre los dos una campanilla eléctrica, ésta empieza á sonar, lo cual prueba que pasa por el circuíto, compuesto de los elementos expresados, una corriente eléctrica. En el cobre se ha producido un potencial positivo, y negativo en el zinc. La energía eléctrica desarrollada es el equivalente del proceso químico verificado en la pila. Esta diferencia de potencial eléctrico que se ha producido entre el cobre y el zinc, y que, como ya sabemos, es la causa de la corriente ó «río eléctrico», tiene su origen en la diferencia de acción química que ha ejercido el ácido sobre cada una de las placas de metal, pues mientras ataca al zinc respeta el cobre.

El ácido sulfúrico ataca al zinc y sustrae el oxígeno del agua para formar sulfato, quedando en libertad el hidrógeno.

La corriente suministrada por la pila no es constante, sino

que disminuye lentamente hasta extinguirse por completo. Esto tiene su origen en un fenómeno que se llama polarización y consiste en que el electrodo positivo (cobre) se recubre poco á poco de burbujas del hidrógeno resultante de la electrolisis del agua, formando alrededor del cobre una capa aisladora de la electricidad que en la pila se engendra.

Para evitar la polarización se suele emplear una sustancia muy oxidante, como el bicromato de potasa ó el ácido nítrico, los cuales ceden su oxígeno al hidrógeno libre desprendido en la pila para formar agua. Basta para ello añadir 150 gramos de bicromato de potasa ó sosa por litro.

Como la placa de cobre es algo atacada por el ácido y conviene para sostener la mayor diferencia de potencial evitar esto, se ha sustituído el cobre por el carbón de retorta, material que, sobre no ser atacado en absoluto por los líquidos de la pila, es buen conductor de la electricídad y, además, muy barato.

Respecto al zinc, ofrece el inconveniente de que se gasta pronto, formándose en poco tiempo gran cantidad de sulfato que se deposita sobre el metal y contribuye al agotamiento rápido de la corriente suministrada por la pila. Para prevenir lo cual, se usa el zinc amalgamado.

La tensión de las pilas suele ser, por término medio, de 1,5 á 2 voltios.

Omitimos todo lo referente á pilas, en particular, por no ser este nuestro propósito.

Acumuladores.—Los acumuladores eléctricos tienen mucha importancia para el radiógrafo. Siempre que éste carezca de la corriente eléctrica necesaria en las horas propias de su peculiar trabajo, podrá servirse en buenas condiciones de estos aparatos si dispone de otros generadores para cargarlos.

El acumulador, ó pila secundaria, que también por este nombre se conoce, almacena en forma de energía química la energía eléctrica que recibe, y devuelve aquella en el momento que se la solicita, transformada en flúido eléctrico. Es un transformador de la energía eléctrica en energía química y de ésta en energía eléctrica.

PRINCIPIO DE LOS ACUMULADORES. — Si en un vaso que contiene ácido sulfúrico diluído sumergimos dos placas de plomo, á ser posible poroso, la superficie de ambas se oxida, pero no se produce corriente eléctrica ninguna. Unamos cada una de estas placas con los dos polos de un generador eléctrico (dinamo de corriente continua en marcha), y sucederá que en la placa que está unida al polo positivo se producirá oxígeno, el cual convertirá en peróxido el óxido de plomo de la misma, y, en la negativa, se desprenderá hidrógeno, que reducirá á plomo puro esponjoso el óxido de ésta. Es decir, oxidación en la placa positiva y reducción en la negativa. Suspendamos la comunicación con la dinamo, y unamos las dos placas por medio de un conductor: obtendremos una corriente eléctrica de sentido contrario á la de carga, resultado de la diferencia de potencial que entre ambos polos del acumulador se ha creado durante la carga con la formación del superóxido en la positiva y del plomo puro en la negativa. Durante la descarga tendremos, pues, corriente mientras la placa positiva conserve peróxido y la negativa plomo puro. Pero llega un momento en que el peróxido de la positiva queda reducido á óxido y el plomo puro, poroso, de la negativa, pasa á óxido, y, entonces, ya no hay corriente. Hace falta volver á cargar el acumulador para convertir en peróxido el óxido de plomo de la positiva y reducir á plomo poroso el óxido de la negativa, y con ello crear nuevamente la diferencia de potencial entre ambos polos del acumulador.

Esta es la formación natural de los acumuladores, ó sea, por una serie de cargas y descargas sucesivas.

En vez de este procedimiento, de suyo lento, se preparan hoy los acumuladores recubriendo sus electrodos de las sales de plomo que se forman directamente en la operación de la carga, de suerte que el plomo de las placas sólo sirve de soporte para los mismos.

A este efecto, se le añade al plomo soporte, del 2 al 3 por 100 de antimonio, con objeto de que resulte inatacable.

La placa positiva se la recubre de minio ($Pb_2 O_4$), y de litargirio ($Pb O$), la negativa.

Durante la carga, el primero se convierte en peróxido ($Pb\ O_2$), y el último se transforma por reducción en plomo

La capacidad de los acumuladores está determinada por el número de horas que necesitan para su carga, teniendo en cuenta que la unidad de medida es el amperio-hora. Es decir, que si la intensidad de la corriente empleada en la carga es de dos amperios, y el acumulador necesita diez horas para su carga completa, resultará que dos amperios por diez horas es igual á 20 amperios hora la capacidad total del acumulador. Si en vez de emplear una corriente de dos amperios es de cuatro, la carga se verificará en la mitad del tiempo que antes, ó sea en cinco horas, y siempre obtendremos el mismo resultado; cuatro amperios (doble intensidad que antes) por cinco horas (la mitad del tiempo que en el primer caso), igual á 20 amperios hora. En la descarga sucederá lo mismo y tendremos, por ejemplo:

1 amperio en 20 horas, ó
2 amperios en 10 horas, ó
4 amperios en 5 horas, ó
5 amperios en 4 horas, ó
10 amperios en 2 horas, ó
20 amperios en 1 hora.

Siempre es el mismo el producto de la intensidad por el número de horas.

Pero en el empleo práctico de los acumuladores, hay un límite máximo de carga y de descarga que no se debe rebasar sin grave deterioro de las sustancias activas que recubren las placas.

La tensión de un acumulador viene á ser de dos voltios. Esta tensión baja en la descarga á 1,8 voltios, debiendo cargarse nuevamente cuando llega á este límite y no esperar nunca su descarga completa. El líquido que se emplea es el agua filtrada adicionada de ácido sulfúrico al 10 por 100. Deben instalarse en local seco, algo ventilado, con luz suficiente para poder vigilar las placas y evitar los cortos circuitos que se forman por desprendimiento de las pastas de las placas.

Acoplamiento de los acumuladores.—De tres formas se pueden agrupar los acumuladores: en serie ó tensión, en cantidad ó paralelo y mixta.

Acoplamiento en serie ó tensión.—Como un elemento solo dispone de una tensión baja, dos voltios, y la mayoría de las instalaciones trabajan con tensiones de 110 y más voltios, hay que disponer la batería de acumuladores en forma que sumen entre todos el potencial necesario. Para ello, se acopla el polo positivo de un elemento con el polo negativo del inmediato, el positivo de éste con el negativo del otro, y así sucesi-

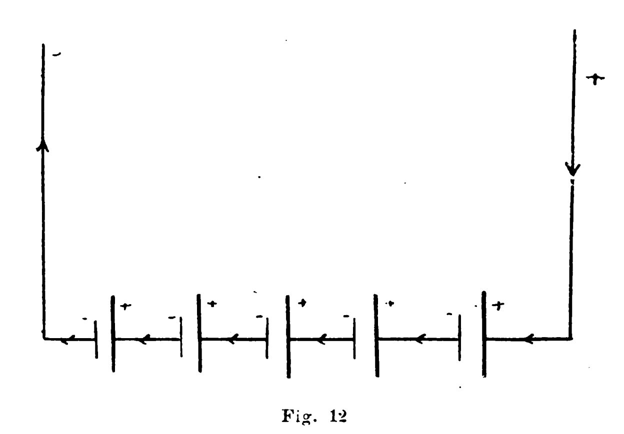


Fig. 12

vamente, quedando libres el polo negativo del primero y el positivo del último, de los cuales arrancan los conductores que han de cerrar el circuito con los aparatos. (Véase la *fig. 12).*

En este acoplamiento, llamado en serie ó tensión, se suma el potencial de cada uno de sus elementos, de forma que, si cada uno de estos posee una tensión de dos voltios y son en número de cinco por ejemplo, sumarán entre todos un potencial de 10 voltios.

Esto se explica del modo siguiente: el polo negativo del primer acumulador de la batería montada en serie, posee un potencial igual 0; el polo positivo del mismo, es igual á dos voltios, que es la tensión de un elemento; el polo negativo del se-

gundo acumulador tiene el mismo potencial que el positivo del primero, ó sean dos voltios, y el positivo de este segundo elemento, un potencial de dos voltios con relación al negativo del mismo elemento, pero con relación al negativo del primero que es de 0, su potencial es de cuatro voltios. Y de este modo cada elemento viene á representar un peldaño más elevado en la escala ascendente de la tensión toda que desarrolla la batería.

Para obtener un potencial de 110 voltios hay que montar, por tanto, en serie, 55 elementos.

Hemos elevado la tensión, pero no podemos aumentar la intensidad en la carga y en la descarga. Esta es igual á la de un solo elemento.

ACOPLAMIENTO EN CANTIDAD Ó PARALELO.—En este caso se acoplan entre sí todos los polos positivos (véase *fig. 13)* de los

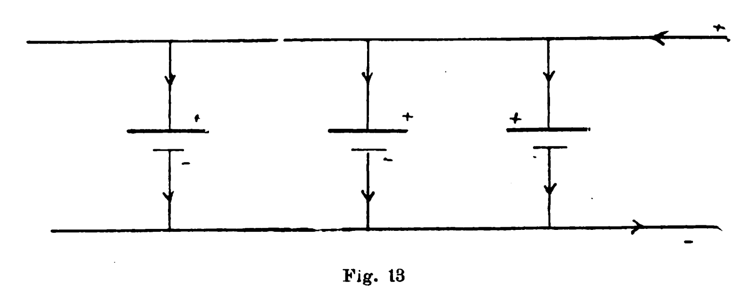


Fig. 13

elementos que componen la batería, é igualmente todos los negativos. El resultado es equivalente á una batería de tres elementos cuyas placas se han hecho tres veces mayores, pero reunidas en un mismo elemento. La intensidad de la corriente crece como tres, pero la tensión es igual á la de un solo elemento, dos voltios.

En el acoplamiento en tensión se suman los voltios, en el agrupamiento en cantidad los amperios, que cada elemento puede descargar.

ACOPLAMIENTO MIXTO.—Para comprender esta manera de acoplar los acumuladores, pongamos un ejemplo: Supongamos se van á instalar unos aparatos con un potencial de 110 voltios, para una intensidad máxima de 15 amperios, y que cada ele-

mento tiene como descarga máxima 5 amperios. ¿Cómo procederemos?

Para obtener un gasto de 15 amperios son necesarios tres elementos que, montados en intensidad, tienen de descarga máxima cinco amperios cada uno. Este grupo ofrece un gasto máximo de 15 amperios, bajo una tensión sólo de dos voltios. Para realizar, pues, esta intensidad con 110 voltios de potencial, es preciso montar en tensión 55 grupos de tres elementos cada uno, montados en paralelo. Es decir; se unen los polos positivos de los tres acumuladores de un grupo y los negativos del mismo, repitiéndose esta operación con cada uno de los 55 grupos. Y hecho esto, se acopla el positivo de un grupo con el negativo del siguiente y así sucesivamente. Tal es el agrupamiento mixto de los acumuladores.

REGLAS PARA LA CARGA Y DESCARGA DE LOS ACUMULADORES. —Estos pueden cargarse por medio de una dinamo de corriente continua, por la corriente continua de la ciudad, por corriente alterna con convertidores, y por pilas. Este último medio no se usa por no ser económico.

Si es por corriente continua, hay que determinar primeramente la polaridad de la corriente del manantial, mediante el papel de polos.

La tensión del manantial ha de ser algo mayor que la de la batería de acumuladores. No debe rebasarse el régimen de carga que ya las casas constructoras señalan para cada tipo de acumulador.

El polo positivo del manantial se unirá con el positivo de la batería y el negativo del primero con el negativo de ésta.

Entre el manantial y la batería se instalará un reostato, un amperímeto y un conmutador, que en una posición envía la corriente á la batería y en otra interrumpe la comunicación con aquel.

La batería está cargada cuando cada acumulador alcanza un potencial de 2,4 á 2,6 voltios, mientras que antes de la carga señalaban 1,8, lo cual se reconoce por medio de un voltímetro de bolsillo. Además, se conoce que la carga ha terminado porque el líquido burbujea.

Si la corriente de que se dispone es alterna, hay que tranformarla en continua para poder cargar los acumuladores.

Esto se realiza por medio de convertidores, los cuales son de dos clases: unos son rotativos, y constan de un motor que recibe la corriente alterna y una dinamo que produce corriente continua, montados en un eje común.

Otros son los llamados electrolíticos y están fundados en lo siguiente: si en una solución alcalina se sumerge una lámina de plomo, ó de carbón, unida á un polo de la corriente alternativa, y una lámina de aluminio poroso al otro polo de dicha corriente, ésta sólo pasa en un sentido.

Dinamo.—La dinamo transforma la energía mecánica en corriente eléctrica.

Según hemos visto anteriormente *(fig. 11)*, por medio del campo magnético que desarrolla en un carrete el paso de la corriente eléctrica, podemos transformar la energía eléctrica en trabajo mecánico (atracción de un trozo de hierro por el electro-magneto).

Consideremos, pues, el caso inverso, y supongamos para ello (Véase *fig. 14)* un imán envuelto por el campo de sus líneas magnéticas, las cuales se dirigen del polo N. al polo S. por fuera del imán y, por dentro, del S. al N. Movamos transversal ú oblicuamente á las líneas magnéticas y dentro del campo de las mismas, un carrete B en circuito cerrado con un galvanómetro A que nos acuse el paso de la corriente. Inmediatamente el galvanómetro señala la aparición de la corriente cada vez que acerquemos ó separemos el carrete del imán en el sentido apuntado, pero no si lo hacemos paralelamente á las líneas de fuerza magnéticas, porque entonces éstas no son cortadas por el carrete. Es necesario desplegar un esfuerzo para cortar oblicua ó transversalmente las líneas magnéticas, y este esfuerzo se convierte en la corriente eléctrica que en el carrete se desarrolla. Si esta no forma circuito cerrado, no se encuentra resistencia al movimiento del carrete y la corriente tampoco se produce.

Cuando el carrete se acerca al imán, la corriente que en él

tiene lugar es de sentido contrario á la que se produce cuando se separa.

Representemos ahora un campo magnético formado por dos núcleos gruesos de hierro de un imán *i i*, *(fig. 15)* puestos frente á frente el uno del otro y dejando entre sí un espacio. Entre ambos polos, N. y S. del imán, existe un campo de lí-

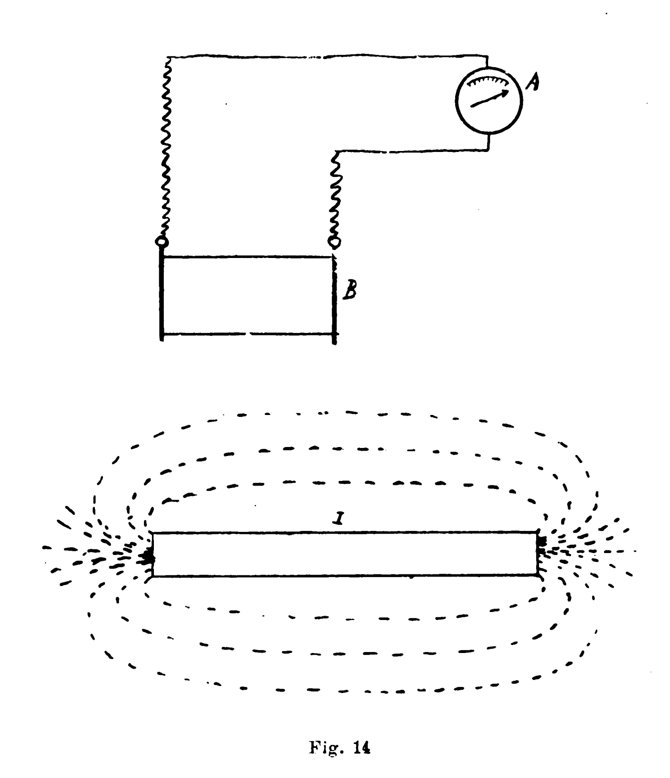


Fig. 14

neas magnéticas M, que, como lluvia de flechas, se dirige del polo N. al polo S. Hagamos girar alrededor de un eje $x\ x'$ horizontal, central y perpendicular de delante atrás del campo magnético, una anilla ó espira de alambre A, que viene á representar el circuito cerrado del carrete que antes movimos en el campo magnético del otro imán. Esta anilla ó espira, al girar sobre el eje indicado, corta las líneas magnéticas del campo creado por los imanes, unas perpendicular y otras oblicuamen-

te, siendo entonces asiento de una corriente. Como además, esta espira en su movimiento rotativo, se acerca y se separa de los polos magnéticos, la corriente que en ella se origina, tendrá unas veces un sentido y otras sentido contrario; será por tanto una corriente alterna.

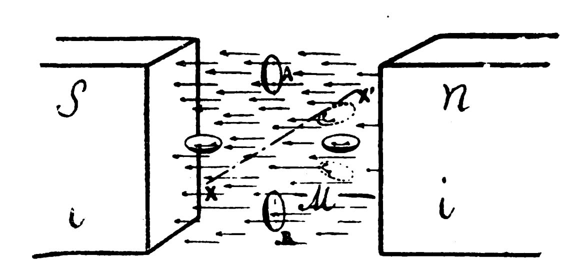


Fig. 15

Claro está que, en la dinamo, en vez de una espira existe un gran número de espiras S *(fig. 16)*, que forman lo que se llama el inducido y que, á manera de ovillo, gira sobre su eje á razón de mil y más vueltas por minuto. En este movimiento, se suman las cantidades de energía eléctrica desarrolladas en cada una de las espiras. Pero además, los imanes están envueltos por un conductor en forma de carrete á través del cual circula una corriente que los convierte en electro-magnetos ó inductores, dando lugar al campo magnético. Cuanto mayor sea el número de vueltas del carrete y la intensidad de su corriente, más intenso será el campo magnético y mayor será el rendimiento eléctrico en el inducido.

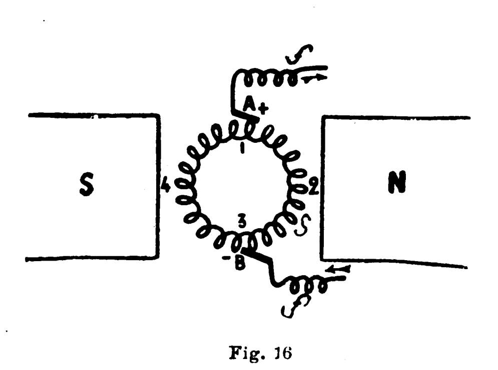


Fig. 16

En la práctica, en vez de dos electro-magnetos existen va-

rios, los cuales rodean al inducido, dejando un espacio muy reducido entre los primeros y el último con objeto de disminuir, en lo posible, la resistencia del aire al flujo magnético.

Dentro de la corona magnética que forman los inductores gira el inducido, puesto en movimiento por una máquina de vapor ó por una turbina, y en él se origina la corriente eléctrica que es recogida en los dos anillos de frotamiento por medio de las escobillas *s s*, y conducida á los alambres conductores.

La corriente que se desarrolla en la dinamo es, como se ha dicho, una corriente alterna. Para convertirla en continua se usan mecanismos apropiados, llamados conmutadores, cuyo estudio ya no cabe dentro de los estrechos límites de esta obra.

Electricidad estática.—La electricidad se puede considerar, ó como propiedad de un cuerpo, ó como trabajo á él transmitido. La electricidad que un cuerpo conserva transmitida por otro, se la denomina estática.

Un cuerpo cargado de electricidad estática atrae ó repele á otros y es capaz de transmitirles parte de su carga. Esta manera de exteriorizarse la carga eléctrica, por atracción ó repulsión, indica una distinta forma de producirse. La que se origina, por ejemplo, por frotación de un trozo de vidrio, se llama positiva; y negativa la que se desarrolla frotando un fragmento de azufre. Los cuerpos cargados con electricidad de la misma clase, se repelen; los cargados con electricidad de nombre distinto, se atraen. Esta fuerza de atracción disminuye según el cuadrado de la distancia que los separa. Además, los cuerpos electrizados se descargan siempre más fácilmente por las puntas.

Dos discos de metal cargados de electricidad de nombre contrario, adosados entre sí pero separados por una lámina de sustancia aisladora, por un «dieléctrico», conservan firmemente sus cargas sin igualarse, las cuales se atraen mutuamente con tanta mayor fuerza cuanto más próximos se hallen los discos entre sí, y más delgado y mejor aislador sea el dieléctrico. La capacidad de este aparato aumenta con la superficie de los discos y el poder aislador del dieléctrico. Un aparato que de esta forma recibe la electricidad estática, se llama condensador.

El fundamento de las máquinas de influencia ó electro-es-

táticas descansa en el desarrollo de la electricidad por medio del frotamiento.

Para comprender el mecanismo de producción de la electricidad estática nos servirá la descripción de la máquina de Lord Kelvin *(fig. 17)*.

Dos segmentos metálicos de un cilindro i i', llamados inductores, envuelven una pieza giratoria formada por dos láminas P y P′ aisladas entre sí. Estas láminas, llamadas portadores, establecen contacto al girar alrededor del eje con cuatro resor-

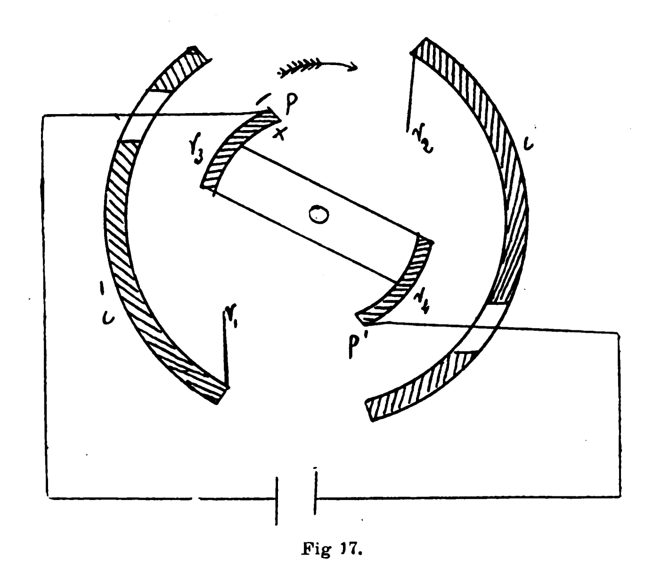


Fig 17.

tes metálicos, de los cuales dos, r' y r_2, pertenecen á los inductores; los otros dos, r_3 y r_4 están unidos directamente entre sí. Supongamos que el inductor i posee una carga inicial positiva. La lámina portadora P, girando en el sentido de la flecha, se electriza por influencia y cede, al pasar, su carga positiva al resorte r_3, conservando su electricidad negativa que es descargada sobre el inductor i' por medio del resorte r_2. Después, al rozar con r_4, se electriza positivamente bajo la influencia de i', que está cargada de electricidad negativa, y transmite su electricidad positiva á i en el momento en que toca el resorte r_1.

La lámina portadora P′ añade su acción á la de P para aumentar la electricidad de los inductores. Estos pueden ponerse en comunicación con las armaduras de un condensador, á fin de permitir la acumulación de grandes cantidades de electricidad. La carga inicial de los inductores se verifica, á menudo, por sus contactos con los soportes aisladores. Cuando giran en sentido contrario á las láminas portadoras, se descargan.

Las máquinas electro-estáticas, en general, están contituídas por dos ó más discos de vidrio ó de ebonita, que giran en sentido contrario. Unas escobillas de hilos metálicos que rozan en la superficie de los discos sirven de excitadores, y unas láminas delgadas de metal, llamadas colectores, recogen la electricidad producida que se acumula en los llamados condensadores con los cuales comunican.

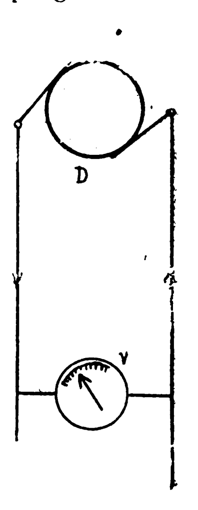


Fig. 18

Estos aparatos ofrecen el inconveniente de que con la humedad y el polvo se descargan fácilmente. Hay que conservarlos, por tanto, muy secos y limpios para que tengan su debido rendimiento. Además, aunque el potencial eléctrico que adquieren es elevado, su intensidad es muy escasa. Por estas razones no son recomendables tales aparatos como generadores eléctricos, aplicados á la producción de los rayos Rontgen. Sin embargo, si algún día se lograran descargas tan intensas con estos aparatos como las que se obtienen hoy con las bobinas intensivas, las máquinas electroestáticas ganarían el primer lugar como generadores de rayos Rontgen, porque la corriente que suministran al tubo Rontgen lleva siempre el mismo sentido, que es el ideal que los radiógrafos persiguen.

Propagación de la corriente eléctrica.—SISTEMA DE DOS HILOS.—De los dos polos del generador eléctrico D (*figura 18*), (la dinamo es el generador más comunmente utilizado) salen los dos cables que conducen la corriente eléctrica hasta

el lugar de consumo. En este punto, se toma la corriente por medio de dos conductores, entre los cuales se intercalan los aparatos, según está representado en la *fig. 18* (D representa la dinamo y V los aparatos de consumo).

Sistema de los tres hilos.—Otra forma de conducción es el sistema llamado de los tres hilos, representado en la *fig. 19*.

De la estación central arrancan generalmente dos cables, pero si hay que reducir el potencial de la misma (siendo este *p. e.* de 220 voltios, que no es admisible para la mayor parte de los aparatos de consumo), ó que extender el radio de la canalización eléctrica, se utiliza el sistema de tres hilos. En este sistema se divide el potencial que existe entre los dos polos de una canalización eléctrica, intercalando entre los dos cables exteriores un hilo interior más delgado. Este cable «central» posee, con relación á los dos polos extremos, la mitad del potencial. (En general se conecta el cable central con la tierra, á la cual se atribuye el potencial 0.)

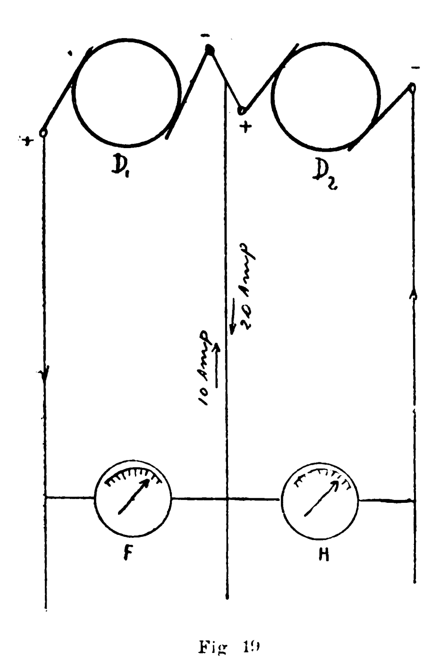


Fig 19

Entre los dos extremos existe una diferencia de potencial de 220 voltios. Entre el central y cualquiera de los otros dos la mitad, ó sea 110 voltios.

Los aparatos de consumo se pueden montar entre los dos conductores exteriores, y el potencial será de 220 voltios, ó entre el conductor central y uno de los otros dos, y la tensión entonces será de 110 voltios. En la práctica se suele hacer esto último, porque las tensiones que pasan de 110 ó 120 voltios no

son las más convenientes para el buen funcionamiento de los aparatos Rontgen, que son sensibles á las mismas.

El circuito queda cerrado de tal modo, que la corriente que sale del polo + del a dinamo se dirige por el conductor exterior hasta los aparatos de consumo F, á los cuales atraviesa, para volver por el conductor central al polo negativo de la misma dinamo.

Con el sistema de los tres hilos se necesita menos material que con el de dos, siendo, por tanto, más económico.

Circuito corto.—El circuito corto se verifica siempre que por un defecto del material, accidente ó descuido casual, se ponen en contacto directo entre sí los dos cables que unen el manantial eléctrico con los aparatos de consumo. Dado el potencial elevado del generador (central eléctrica), como el cable de conducción ofrece una mínima resistencia al paso de la corriente, al ponerse en contacto un cable con el otro, la intensidad eléctrica en el punto de contacto aumenta extraordinariamente, el cable se calienta hasta fundirse y la corriente no llega á los aparatos de consumo. Así, por ejemplo, si el potencial de la central es de 220 voltios y la resistencia en el momento de producirse el circuito corto es de 0,5 ohm, la intensidad de la corriente se elevará repentinamente á 440 amperios.

Polaridad de la corriente eléctrica continua.—En la práctica se hace necesario muchas veces determinar los polos, positivo y negativo, de la corriente en un conductor. Para ello se hace uso del llamado papel de polos.

Con dicho fin, se humedece un trozo de este papel, sobre el cual se apoyan los dos extremos del conductor, en circuito cerrado, á dos ó tres centímetros de distancia uno de otro. El punto de contacto de un extremo del conductor con el papel, en que aparezca una manchita roja intensa, corresponderá al polo negativo, mientras el polo positivo no da reacción ninguna.

III

Cuadro de distribución.

Cortacircuitos.—Como se ha dicho anteriormente, la intensidad eléctrica de una corriente que atraviesa un conductor, sin calentarlo ó fundirlo, depende del grosor ó sección de éste, hecha abstracción de la conductibilidad específica del mismo. Por tanto, crecerá aquélla cuando el grosor de éste aumenta, y si, por el contrario, reducimos mucho su sección, el conductor se calentará tanto que se fundirá, por haber aumentado con ello la resistencia. En este hecho se funda el cortacircuitos; el cual tiene por objeto evitar que por una sobrecarga excesiva de la corriente se funda un aparato. Intercalamos en el circuito un alambre, de plomo, por ejemplo, de tal sección que deje pasar cualquier intensidad de corriente que no llegue á fundir un aparato, pero si la intensidad aumenta, con peligro de éstos, entonces el alambre de plomo se funde y la corriente queda interrumpida, evitándose el deterioro de los demás aparatos.

El cortacircuito ó fusible, consta de una armadura en la cual se conectan los dos extremos de un conductor, y del fusible que une á estos últimos. Cuando el fusible se funde se repone por otro.

Los cortacircuitos se reunen generalmente en un cuadro, llamado de distribución, con otros aparatos que ahora describi-

remos, en forma que todos ellos se puedan manejar desde un mismo sitio.

Llave de paso.—La llave de paso tiene por objeto establecer ó interrumpir la corriente. Las hay de dos clases; la de torsión y la de palanca. La primera consta de un eje giratorio por medio de un botón, que está unido á un extremo del conductor; y de una lámina ó pluma de rozamiento que hace contacto al girar con el extremo opuesto del conductor, y en este caso queda cerrado el circuito. En la posición inversa, la lámina de metal hace contacto con un trozo de porcelana, y la corriente queda interrumpida. Este tipo de llaves se usa para corrientes de mediana y pequeña intensidad (alumbrado).

Para grandes intensidades se emplean las llaves de palanca, que pueden ser de uno ó de varios polos. La llave uni-polar consiste en una palanca de metal provista de un mango aislador en un extremo y el otro extremo está articulado y en comunicación con un polo de la corriente. Al girar sobre el extremo articulado viene á encajarse sobre el borne que, en forma de tenedor, existe en el otro polo de la corriente, quedando cerrado entonces el circuito.

La llave de dos ó más polos se emplea generalmente como conmutador principal en el cuadro de distribución.

Conmutador de tiempo.—Cuando el tiempo de exposición de las radiografías es de minutos, se trabaja fácilmente con la llave de mano, pero con las modernas instalaciones, en que la exposición es de segundos ó fracción de éstos, se hace uso del conmutador de tiempo, que funciona automáticamente. Con este aparato se señala de antemano el tiempo de exposición del radiograma. Consta de una esfera en la cual están inscritas las cifras desde 0 á 10, que representan los segundos, y éstas á su vez en décimas de segundo. En el centro de la esfera hay un indicador que, como la manezuela de un reloj, gira por un aparato de relojería y sirve para señalar de antemano el tiempo que ha de durar la exposición. En el momento de cerrar el circuito, la manezuela empieza á girar, y al llegar á la cifra que representa el tiempo señalado, entra en función un electro-imán que atrae una palanca é interrumpe la corriente.

Conmutador.—En vez de establecer la corriente, muchas veces se la cambia de conductor, dirigiéndola por otro cable distinto, y con este fin se utilizan los conmutadores. Este aparato consta de una palanca M *(fig. 20)* por uno de cuyos extremos, que es el que recibe la corriente, está articulada en el conductor y por el otro puede establecer contacto con una se-

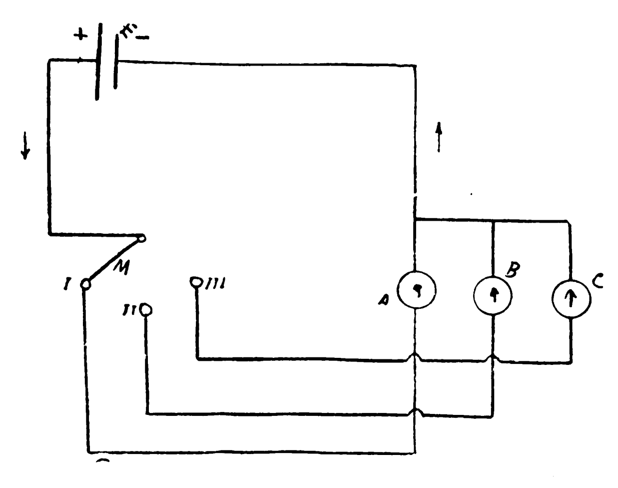


Fig. 20.

rie de botones metálicos I, II y III, cada uno de los cuales corresponde á un conductor distinto.

En la posición que representa la *fig. 21,* la corriente procedente del manantial *m* se dirige á la palanca M que atraviesa y recorre el conductor I para volver por A al manantial. Si la palanca se coloca sobre el botón II, la corriente recorrerá dicho conductor, cruzará el aparato B para volver al punto de origen. Siempre la corriente pasa por uno de los tres conductores, quedando libres los restantes.

Estos conmutadores se emplean en las instalaciones radiológicas provistas de interruptor electrolítico con varios ánodos, ó de dos sistemas de interruptores, utilizando cables distintos para cada uno de los ánodos y para el interruptor mecánico y dirigiendo la corriente por uno de los cables.

Inversor de corriente.—Sirve para cambiar el sentido de la corriente en los aparatos, desde el cuadro de distribución *(figuras 21 y 22.).*

Consta este aparato de cuatro segmentos de metal D, A, E, C *(fig. 21)*, aislados entre sí y dispuestos en forma más ó menos circular. Los dos segmentos D y E, están unidos con el manantial P, y los otros dos A y C, con el aparato B de consumo. Sobre los segmentos hay un puente giratorio formado

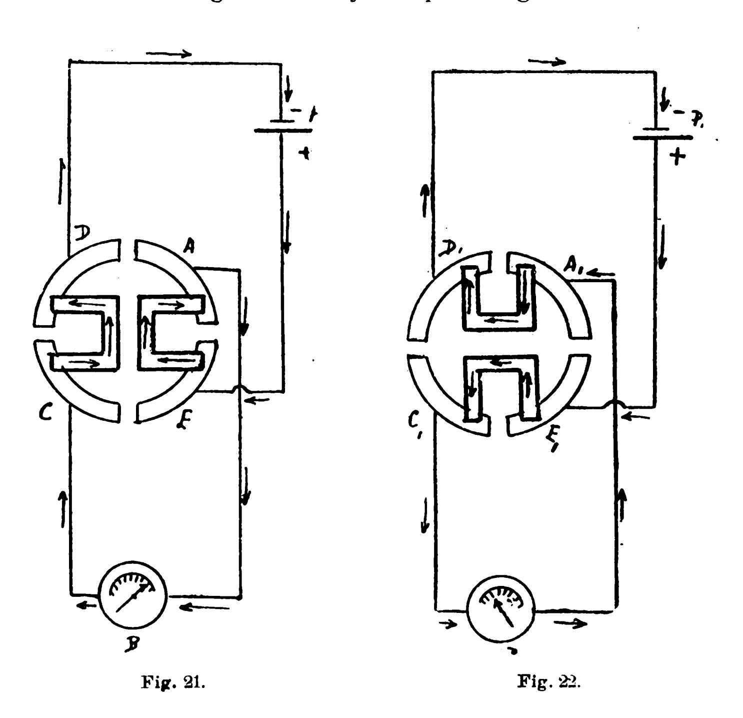


Fig. 21. Fig. 22.

por dos abrazaderas aisladas entre sí, que pueden estar en la posición representada por la *fig. 21* ó por la que tiene la *fig. 22.* En la primera posición circula la corriente desde el polo positivo del manantial, en la dirección que señala la flecha, hacia E, desde aquí pasa por el puente hacia A, luego de derecha á izquierda por medio del aparato B se dirige á C y por el puente es conducida al polo negativo del manantial.

En la posición de la *fig. 22,* al contrario, circula la co-

rriente por E, y cruza el puente para pasar á C; por tanto, la corriente circula desde aquí por el aparato B, en sentido contrario al de la posición de la *fig. 21;* desde B se dirige la corriente á A y de aquí por el puente hacia el generador P'.

Los inversores de corriente se emplean principalmente en las instalaciones de corriente alterna, porque en éstas no se conoce de antemano el sentido de las oscilaciones que los aparatos utilizarán. En las instalaciones de corriente continua se suprimen actualmente los inversores por ser éstos superfluos, toda vez que la corriente recorre la instalación siempre en el mismo sentido.

Caída de potencial á lo largo de un conductor.—RESISTENCIA DERIVADA.—Según ya tenemos dicho, existe á lo

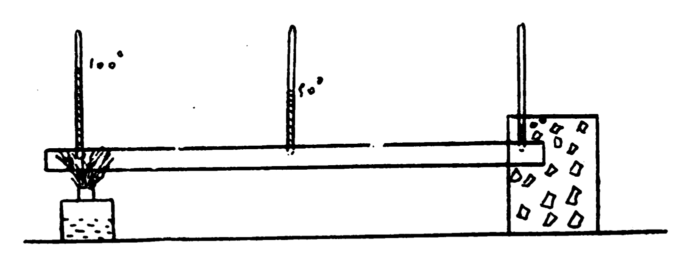


Fig. 23.

largo del circuito que se extiende desde el polo positivo al negativo de un manantial eléctrico, una diferencia de potencial, un desnivel eléctrico que puede muy bien representarse por una línea oblicua con su extremo más alto en el polo + y el más bajo en el polo —'.

Para mejor comprender la exactitud de este hecho, imaginemos una varilla de metal *(fig. 23),* uno de cuyos extremos se sostiene á la temperatura de 100° por medio de la llama de una lamparilla de alcohol. El otro extremo lo tenemos sumergido en un vaso de hielo machacado. Tendremos, por tanto, dos temperaturas en los extremos de la barra metálica; de 100° en uno y de 0° en el otro. Al cabo de cierto tiempo, y sosteniendo las temperaturas expresadas, existirán temperaturas diferentes en los distintos puntos intermedios de los extremos, debido al

flujo de calor que se dirige del extremo más caliente al más frío. Y tendremos en el punto medio de la varilla una temperatura de 50°, y de 75° y de 25°, respectivamente, en los puntos medios de la mitad izquierda y de la mitad derecha. Uniendo por una línea las diferentes alturas que representan estas temperaturas, obtendremos una oblicua como expresión de la caída de potencial existente á lo largo de un conductor entre los dos polos de un manantial eléctrico.

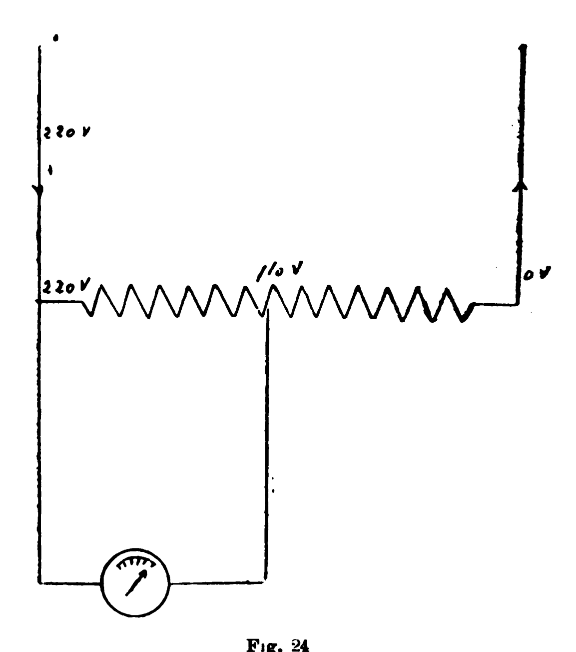
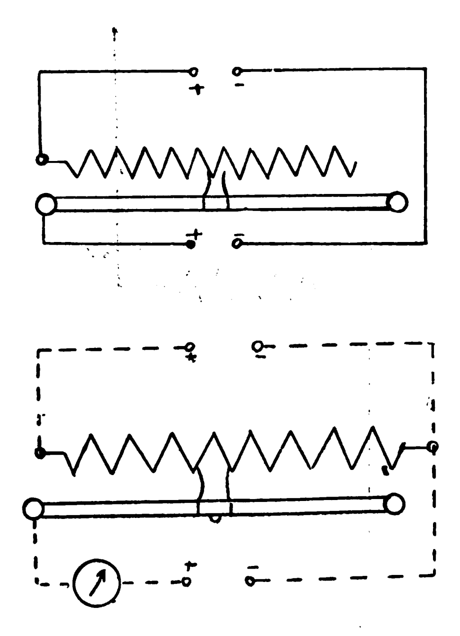


Fig. 24

Aplicando teóricamente este ejemplo para explicar la caída de potencial eléctrico, diremos que, si unimos los dos polos de un generador que desarrolla una corriente de 220 voltios de potencial, con los extremos de un carrete ó bobina *(fig. 24)*, tendremos un potencial de 220 voltios antes de llegar la corriente á la bobina, 0 voltios en el extremo opuesto de la misma, y 110 voltios, ó sea la mitad, en el punto medio de la referida bobina. Es decir, que vemos reproducido el mismo fenómeno que en el ejemplo de la barra de metal.

Lo arriba explicado tiene su aplicación práctica siempre que dispongamos en la red, de una tensión superior á la que nosotros hemos de utilizar en los aparatos Rontgen *(figuras 25 y 26)*.

Si el potencial que necesitamos aprovechar es de 110 voltios y la corriente de la red es de 220, bastará intercalar entre los extremos del cable una resistencia derivada. Un polo del manantial está unido directamente con los aparatos de consumo, el otro, con un potencial de 220 voltios, lo está con la resistencia, la cual es recorrida por la corriente hasta llegar á una corredera que, si se encuentra en el punto medio, recoge un potencial de 110 voltios y cierra circuito con los aparatos. Si la corredera se desliza hacia la derecha, la diferencia de potencial disminuye y si se desliza á la izquierda aumenta, hasta alcanzar su valor máximo, 220 voltios, cuando se halla al extremo izquierdo del carrete.



Figuras 25 y 26.

La corredera que hace contacto es una puerta abierta para la corriente, la cual siempre circula por donde menos resistencia encuentra. Por esta razón, la corriente no cierra circuito entre el carrete y el manantial, sino que al encontrar la corredera la atraviesa, porque no la ofrece resistencia, para dirigirse á los aparatos de consumo.

Reostato.—En la práctica Rontgen hay constantemente necesidad de aumentar y disminuir la intensidad de la corrien-

te que alimenta los aparatos ó, lo que es lo mismo, de regular la intensidad que circula por el circuito.

El fundamento de esto lo tenemos en la ley de Ohm. Por ella sabemos que, con una tensión dada, la intensidad de la corriente aumenta conforme reducimos la resistencia, y disminuye según aumentamos ésta. Para obtener estos resultados no hay más que poner en circuito mayor ó menor número de vueltas de alambre; es decir, aumentar ó disminuir el número de ohmios.

En los aparatos Rontgen se emplean generalmente dos tipos de reostatos: uno que adopta la forma de carrete, sencillo ó doble, y el otro de sector circular ó de círculo completo. El primer tipo es el llamado de contacto, y de manivela el segundo.

La *fig. 25* es un esquema del primero. La corriente de consumo pasa directamente de un polo del manantial á los aparatos. El otro polo de manantial conduce al carrete y desde éste atraviesa la corriente una pieza metálica que roza sobre dicho carrete y se desliza con la mano por una varilla que es paralela al mismo, siguiendo por el otro conductor á los aparatos de consumo. Conforme avance la pieza corrediza hacia la derecha, se ponen en circuito mayor número de vueltas del circuito, la resistencia con esto se aumenta y la intensidad, por tanto, de la corriente, disminuye; si corremos la pieza hacia la izquierda sucede lo contrario; la resistencia disminuye y la intensidad aumenta.

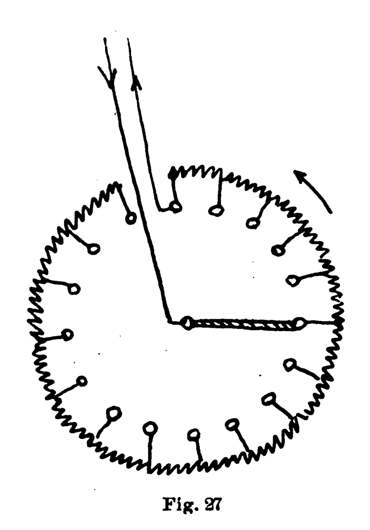


Fig. 27

El otro modelo de reostato tiene la forma de sector circular ó de círculo completo *(fig. 27)*. La corriente entra por el eje sobre el cual gira la manija, cruza ésta que hace contacto con unos botones metálicos, entra por uno de éstos, recorre los ca-

rretes, que están acoplados en tensión, y vuelve por el otro borne donde está conectado el otro conductor. Por el movimiento giratorio de la manija se ponen en circuito mayor ó menor número de carretes, haciéndose mayor ó menor la resistencia. Las flechas señalan en la *fig.* 27 la marcha de la corriente.

De los medios estudiados hasta ahora para regular la corrien

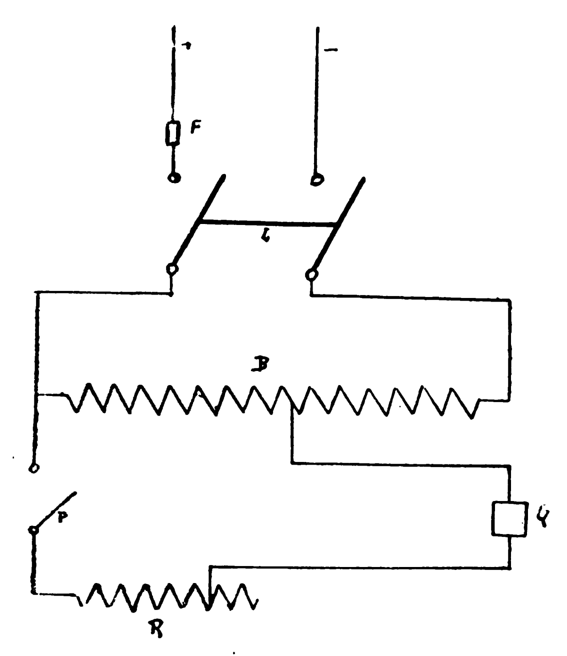


Fig. 28

te, se deduce la aplicación práctica del caso siguiente: Si tenemos en la red un potencial de 220 voltios y el que necesitamos es de 110 (téngase presente que nunca conviene trabajar con los aparatos Rontgen con una tensión mayor de 150 voltios, porque se produce en el tubo radiógeno inevitablemente la inducción de cierre, que es muy perjudicial por varios conceptos), colocaremos una resistencia derivada B (véase *fig. 28)* y una llave bipolar L. La corriente circula bajo un potencial de 220

voltios y arranca del polo +, cruzando un fusible F que á prevención habremos puesto, atraviesa la llave bipolar L y se dirige á los aparatos de consumo Q por la llave unipolar P y el reostato R, y al otro polo de la corriente, cuyo potencial es de 0 voltios, por la resistencia derivada y la llave L. En el punto medio de la resistencia derivada, y según está señalado en la figura, hemos tomado solamente 110 voltios.

Cuanto más elevado es el potencial de la red tanta mayor es

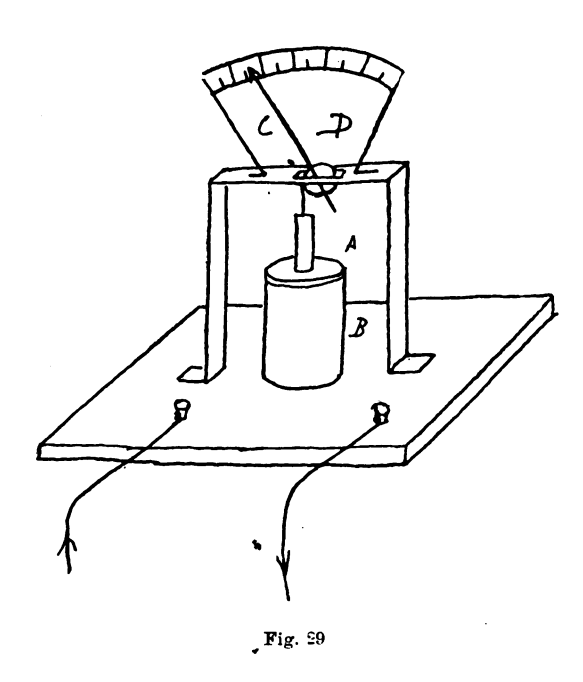


Fig. 29

la pérdida de energía eléctrica consumida por las resistencias derivadas, y por esto es muy conveniente transformar la corriente continua de la red, si tiene ésta una tensión mayor de 250 voltios, en corriente continua de tensión más baja por medio de un aparato que recibe el nombre de transformador.

Aparatos de medida de la corriente eléctrica.—AMPERÍMETRO Y VOLTÍMETRO.—Como el fundamento en que se basa la construcción de ambos aparatos es el mismo, podemos estu-

diarlos primero en conjunto, para después examinar sus diferencias.

Para medir la intensidad de la corriente eléctrica se emplea el amperímetro, y el voltímetro para medir la tensión.

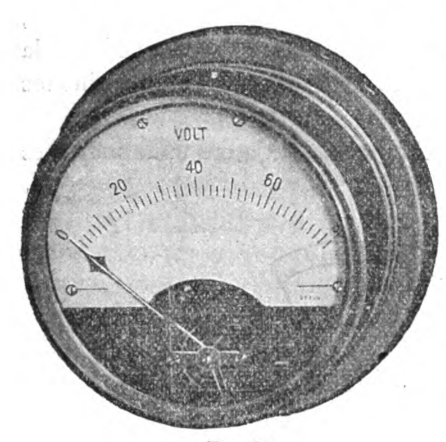


Fig. 30

La construcción de estos aparatos está fundada en lo siguiente: Si por un solenoide ó carrete, hacemos pasar una corriente eléctrica, se producirá en su interior un campo de líneas magnéticas que ejercerá atracción sobre un núcleo de hierro que dentro del mismo aproximemos. Pues si colocamos este carrete con su núcleo de hierro A *(fig. 29)* en posición vertical y sostenemos éste por medio de un hilo de seda que está enrollado sobre el eje de una manilla giratoria C, al pasar la corriente por el solenoide atraerá éste al núcleo de hierro, el cual hará girar la manilla, que se desviará más ó menos según sea la intensidad de la corriente que circule por el carrete. Al cesar la corriente, la manilla vuelve á su posición 0 por virtud de un resorte.



Fig. 31

Sólo falta señalar sobre un sector P, por medio de cifras que expresarán amperios, la desviación que sufre la aguja al paso de la corriente.

Hay que tener presente que, cuanto más avance el núcleo de hierro dentro del carrete, la atracción de éste sobre el pri-

mero es mayor, y con una intensidad determinada, un amperio, por ejemplo, se desvía más la aguja que cuando el núcleo de hierro se halla más afuera del carrete. La razón de este hecho consiste en que la intensidad del campo magnético, y, por tanto, su poder de atracción, crece con la mayor masa del núcleo de hierro que se encuentre dentro del carrete.

Por lo expuesto se explica que en la esfera de esta clase de aparatos de medida, las líneas que señalan los amperios están á distancias desiguales. Las primeras unidades comprenden espacios más pequeños que las restantes, que cada vez son más amplias *(figuras 30 y 31)*.

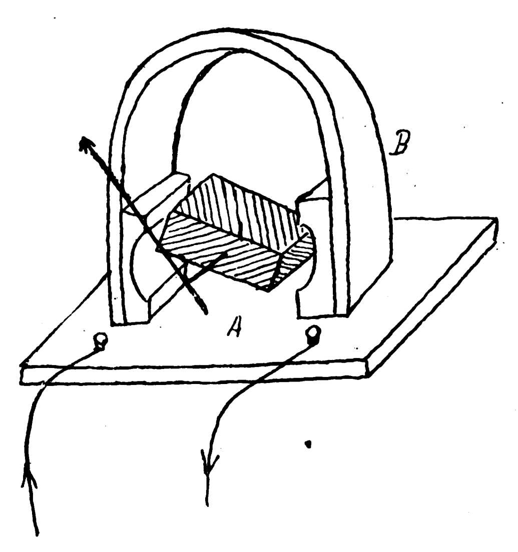


Fig 32

Hay otros aparatos para medir la intensidad de la corriente eléctrica que son de una precisión verdaderamente extraordinaria, pero más caros que los del modelo anterior. Son los llamados de carrete giratorio.

Se componen de un carrete giratorio colocado entre los dos polos de un imán permanente que sostienen un campo magnético. Dentro de éste se encuentra el carrete por el cual circula la corriente que se ha de medir *(fig. 32)*.

Se constituyen, al pasar la corriente por el carrete, dos campos magnéticos producidos por el imán permanente B y por el carrete giratorio A, de cuya mutua acción obtenemos por resultado la rotación sobre su eje del carrete. Es un fenómeno igual al que se verifica en un motor eléctrico.

Si invertimos el sentido de la corriente, cambia el sentido de la desviación de la manija, porque han cambiado con ello los polos del imán. Se deduce de este último hecho, que los aparatos de medida de esta clase no sirven para medir la corriente alterna, cuyo sentido cambia constantemente.

La escala graduada de estos aparatos está dividida en partes iguales.

Otros aparatos hay de esta clase menos precisos que se utilizan para medir la intensidad de la corriente inducida de la bobina, y se llaman miliamperímetros.

Estos señalan, no solamente la intensidad, sino la dirección de la corriente, porque, como ya hemos dicho, la aguja se desvía á un lado ó á otro, según sea el sentido de la corriente que recorre el carrete. Para ello, la esfera del instrumento ofrece dos escalas, una á cada lado, á partir del 0 que está en el centro de la misma.

Las diferencias que entre el amperímetro y el voltímetro existen, quedan consignadas con los datos que se exponen á continuación.

El amperímetro se monta en tensión, ó sea, al paso de la corriente primaria que alimenta los aparatos de consumo cuya intensidad se pretende determinar.

El amperímetro se puede conectar en cualquier punto del circuito, porque la intensidad de la corriente es la misma en todo éste.

Debe tener pocas vueltas el carrete del amperímetro para que ofrezca escasa resistencia á la corriente y ocasione, por lo tanto, el menor gasto posible.

La manera de montar el voltímetro es muy distinta de la del amperímetro. Si éste se monta en tensión, aquél, en cambio, se acopla en derivación, intensidad ó paralelo.

Para comprender que el voltímetro, teniendo el mismo fun-

damento de construcción que el amperímetro, nos señala, sin embargo, la tensión, cosa distinta de la intensidad que el primero nos determina, recordemos la ley de Ohm. El circuito del voltímetro es una resistencia fija, constante, que no varía. Supongamos que ésta sea de 1.000 ohmios, y que el potencial del manantial eléctrico es de 100 voltios. Según la ley de Ohm, la intensidad de la corriente que atraviesa el voltímetro será de una décima de amperio, porque

$$\frac{100 \text{ V}}{1000 \text{ oh}} = 0{,}1 \text{ A}.$$

Si variamos el potencial y suponemos que es de 50 voltios, como la resistencia siempre es la misma, 1.000 ohmios, la intensidad en el voltímetro será de 0,05 A, porque

$$\frac{50 \text{ V}}{1000} = 0{,}05 \text{ A};$$

y si es de 25 V la tensión del generador, la intensidad en el voltímetro será 0,02 ½ de amperio. Es decir, que á las desviaciones de la aguja del voltímetro 0,1 A, 0,05 A y 0,02 ½ A, corresponderán siempre, dada la resistencia fija, ya señalada de 1.000 ohmios, los potenciales de 100 voltios, 50 voltios y 25 voltios, respectivamente. Por tanto, lo mismo nos da poner 0,1 A, 0,½ A y 0,¼ A, que 100, 50 y 25 voltios, en la esfera del voltímetro, y con ello tenemos resuelta la manera de funcionar del voltímetro. Es lo mismo que el amperímetro, pero varía en la forma de montarlo.

El voltímetro se construye con muchas vueltas de alambre fino para que ofrezca gran resistencia á la corriente. Deben estar conectados sus polos á los correspondientes del generador eléctrico.

Existen otros aparatos para medir la intensidad de la corriente eléctrica distintos de los electro magnéticos y de los de carrete giratorio, y son los de alambre calentado. El fundamento de ellos estriba en el aumento de longitud que experimenta un alambre al calentarse por el paso de una corriente

eléctrica. Si un extremo está fijo y el otro apoya en una aguj convenientemente dispuesta, ésta señalará en su desviación la mayor longitud que el alambre sufre al calentarse.

En estos aparatos, la desviación de la aguja es independiente, naturalmente, del sentido de la corriente, pues para el resultado del calentamiento del alambre es indiferente que la corriente circule en un sentido que en otro, y ofrecen, por lo tanto, la ventaja de que con ellos se pueden medir las intensidades de la corriente alterna.

IV

La inducción.

Curvas de la corriente.—Para comprender mejor los fenómenos de inducción que se verifican en la bobina, conviene hacer uso de su representación gráfica. Podemos considerar la intensidad y la tensión de una corriente eléctrica en función del tiempo, como lo hacemos con las gráficas que del pulso obtenemos por medio del esfigmógrafo. En un esfigmograma, juzgamos de la amplitud y demás condiciones del pulso por la altura y formas que adquiere la curva del mismo. Pues en el estudio que vamos á hacer de los fenómenos de la inducción, aplicamos el mismo método para su más fácil comprensión.

Inducción.—Si, como ya hemos dicho en otro lugar *(figura 14)*. movemos un carrete en circuito cerrado dentro del campo magnético de un imán, perpendicular ú oblicuamente al mismo, obtendremos una corriente eléctrica en el carrete. Si el carrete está fijo, observaremos el mismo resultado moviendo el imán en las mismas condiciones apuntadas cerca de aquél.

Este fenómeno es lo que se llama *inducción* y constituye el fundamento dinámico de la bobina.

Inductor ó bobina.—Sin necesidad de mover el carrete ni el imán, se puede producir la inducción. Con este fin, se dispone de un núcleo de hierro envuelto por un carrete de

alambre grueso y corto *(figuras 33 y 34)* que ha de ser recorrido por la corriente eléctrica, es decir, de un electroimán. Por fuera de este carrete y envolviéndolo, colocaremos otro carrete.

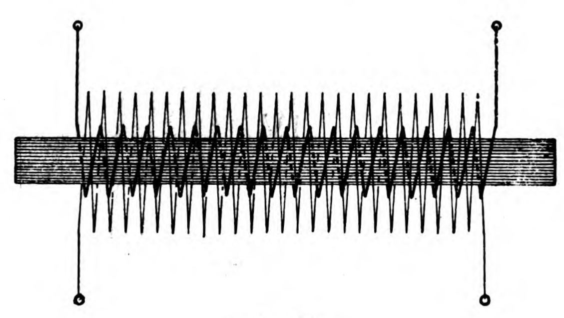


Fig. 33

Este carrete exterior está formado por un gran número de vueltas de alambre fino y perfectamente aislado.

Tenemos con lo dicho los mismos elementos de que antes hablamos, ó sea, un imán artificial ó electroimán, que es el ca-

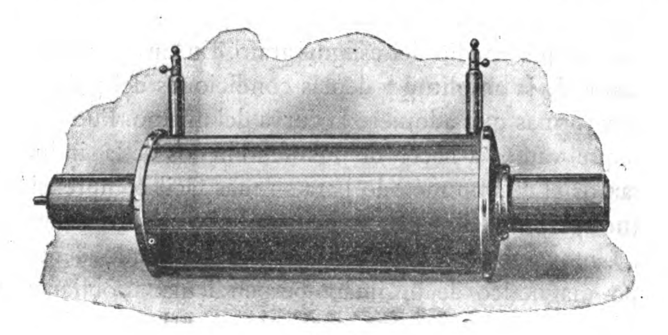


Fig. 34

rrete interior y que lo llamaremos primario ó inductor, el cual representa al imán natural del fenómeno de inducción antes explicado, y del carrete exterior, que llamaremos inducido ó secundario, pero que en vez de estar más ó menos separado del primero, se halla envolviéndolo inmediata y completamente.

Corriente de cierre.—Si lanzamos una corriente eléctrica por el carrete primario, se produce en el momento del cierre un campo de líneas magnéticas que envuelven al mismo y que cortan las vueltas todas del carrete secundario. Pero este campo ó atmósfera de líneas magnéticas no se forma completamente de un modo instantáneo, sino que necesita un tiempo, muy corto, pero tiempo al fin. El cierre de la corriente representa, no sólo el paso de la corriente por el carrete primario, sino una verdadera invasión de las líneas magnéticas por dentro y fuera del mismo y la magnetización del núcleo de hierro del inductor. Durante este período tan corto de tiempo en que

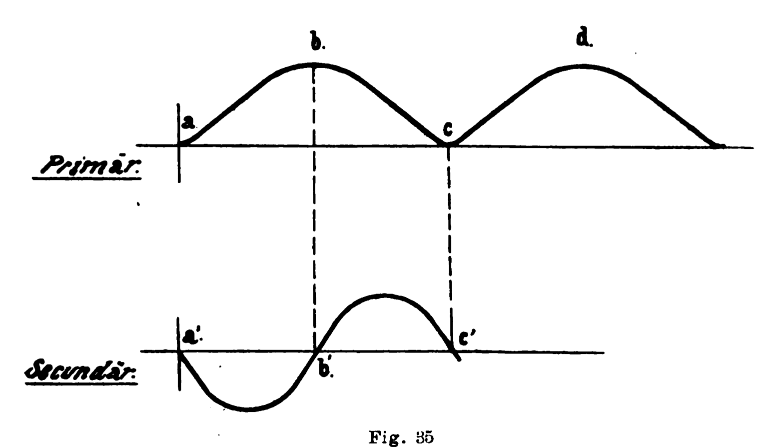


Fig. 35

al cierre de la corriente el campo de líneas magnéticas adquiere su valor máximo y corta las vueltas del carrete secundario, se produce en éste una corriente, la *corriente de cierre,* que es de sentido contrario á la del primario, y desaparece en el mismo momento en que cesa el período de formación de las líneas magnéticas, llamado período variable de la corriente. (Véase *fig. 35, a b* cierre de la corriente primaria; *a' b'* corriente secundaria de cierre.)

Corriente de apertura.—Si la corriente del carrete primario se sostiene, el campo magnético prosigue, pero en el inducido no hay corriente ninguna. Hace falta interrumpir aquélla para que ocurran fenómenos inversos á los mencionados.

En efecto; con la interrupción de la corriente primaria, el hierro se desimanta, el campo de líneas magnéticas se disipa, desaparece, pero no instantáneamente, sino poco á poco y en un período de tiempo tan breve como al constituirse con el cierre de la corriente. Durante este período de tiempo que tarda en desapareeer completamente el campo de líneas magnéticas, se produce otra corriente instantánea en el inducido, la *corriente de apertura*, que es de sentido contrario á la de cierre y del mismo sentido que la del primario que le ha dado origen.

Es decir, que sin mover el carrete ni el electroimán podemos excitar la bobina para efectuar la inducción, con solo cerrar y abrir el circuito del carrete primario. Al cerrar, imantamos el núcleo de hierro, formándose un campo de líneas magnéticas, y al invadir éstas el carrete primario y cortar las vueltas del secundario se produce en éste una corriente instantánea de sentido contrario á la primaria. Al abrir el circuito, el núcleo de hierro se desimanta, las líneas magnéticas desaparecen y, en este preciso momento, tiene lugar en el inducido otra corriente instantánea de sentido contrario á la que en el mismo se originó al cierre de la primaria y del mismo sentido que la de éste.

Lo que da origen á las corrientes inducidas es el período variable del cierre y apertura de la corriente primaria, que corresponde al momento preciso de la formación y desaparición, respectivamente, del campo magnético.

En la *fig. 35* está representado por la curva a b el ascenso de la corriente primaria al cierre de la misma. En este período se produce la corriente secundaria representada por a_1 b', que lleva una dirección determinada. Cuando la intensidad de la corriente primaria alcanza su valor máximo, ó sea cuando llega á b, ésta se interrumpe, y desciende su intensidad hasta llegar á o, correspondiendo á la curva b c otra corriente inducida b' c' en el secundario y que por ser de sentido contrario á la de cierre, se la representa por encima de la horizontal a' c'. Esta recibe el nombre de *corriente de apertura*.

Corriente sinusoidal.—Abriendo y cerrando sucesivamente la corriente primaria, se inducen en el secundario las

dos corrientes, de cierre y apertura, las cuales componen otra, (puesto que ellas se suceden) la curva $a' \; b' \; c'$, pues por cambiar ambas de sentido constituyen una corriente alterna, y se llama *curva sinusoidal.*

Las dos corrientes inducidas, de cierre y apertura, poseen una tensión elevada pero de escasa intensidad. Dicha tensión es tanto mayor cuantas más vueltas cuente el carrete inducido respecto del inductor. Estas corrientes se manifiestan en la bobina por las chispas (de cierre y apertura) que saltan entre los polos de la misma ó extremos del inducido, siempre que éstos se hallen á distancia proporcionada á la tensión de aquéllas.

Auto-inducción.—Importa repetir, porque es fundamental, que la inducción existe desde el momento que, al cierre y apertura de la corriente eléctrica primaria, se desarrolla y desaparece repentinamente un campo magnético cuyas líneas de fuerza cortan las vueltas del carrete secundario. Importa asimismo tener presente que, dichas líneas de fuerza se producen y desaparecen no instantáneamente, sino sucesivamente, unas después que las otras y en un período brevísimo de tiempo.

Tratemos de averiguar ahora por qué estas líneas de fuerza se constituyen poco á poco, unas después de las otras, y no instantáneamente el conjunto de todas ellas, ó dicho en otros términos; por qué crece sucesivamente la intensidad del campo de un electro-imán al cerrar la corriente, hasta alcanzar su valor completo, y por qué desciende otra vez lentamente hasta el valor de 0, al abrir la corriente.

La causa de este hecho constituye un fenómeno, la autoinducción, que reviste singular importancia en los fenómenos eléctricos.

Imaginemos un conductor, cuanto más grueso mejor, por el cual va á circular una corriente eléctrica, supongamos que de izquierda á derecha. En el mismo momento de establecerse la corriente, se origina en el propio conductor otra corriente que marcha en sentido contrario á la primera, esto es, de derecha á izquierda.

En el conductor, por tanto, se producen al cerrar el circuito dos corrientes; una, la primera ó inductora, y otra, la inducida.

que circula en dirección opuesta á la anterior y que dura solamente lo que tarda la primera en adquirir su máxima intensidad, por lo cual se la denomina *corriente de auto-inducción.*

Se comprende, que circulando al mismo tiempo ambas corrientes por un mismo conductor en sentido contrario, se opongan mutuamente y, por consiguiente, que la corriente que tiene lugar al cerrarse el circuito y que podemos llamar primaria, se encuentre dificultada para adquirir su intensidad por la corriente inducida. Esta viene á constituir una resistencia para el desarrollo de la primera en ese brevísimo instante del cierre del circuito, hasta que la corriente inductora vence á la inducida, y ésta desaparece.

Al abrirse el circuito é interrumpirse la corriente, se origina en el propio conductor otra corriente que se dirige en el mismo sentido que la primera y representa una prolongación ó reforzamiento de ésta. Esta corriente de auto-inducción de apertura lleva dirección contraria á la de auto-inducción de cierre, tiende á sostener el flujo de la corriente primaria y se pone de manifiesto por una chispa brillante y larga, siempre mayor que la que se produce al cerrarlo. Es el flujo de corriente en forma de chispa que observamos entre dos contactos metálicos en el momento de separar estos entre sí. Es la corriente de auto-inducción de apertura cuya aplicación en Radiografía es muy importante, pues multiplica el rendimiento de la bobina como diremos después. Vemos por lo expuesto anteriormente, que las corrientes de auto-inducción, de cierre y apertura, obrando la primera como resistencia para que la corriente del circuito alcance su intensidad instantáneamente, y la segunda para que ésta descienda en igual forma á su valor 0, originan la formación y desaparición del campo magnético, el cual, á su vez, da lugar á las corrientes inducidas de cierre y apertura en el carrete secundario. Resulta de la auto-inducción y de la inercia del núcleo de hierro, que el campo magnético crece poco á poco, no instantáneamente, y que la curva ascendente al cierre de la corriente es, por consiguiente, tanto más suave cuanto mayor es el coeficiente de auto-inducción, estando la inducción secundaria influída en su intensidad por los cambios

de la auto-inducción primaria. La auto-inducción viene á ser un fenómeno de la inducción.

Gráficamente se puede representar este fenómeno mediante la *fig. 36*. Si la línea horizontal representa el tiempo y la

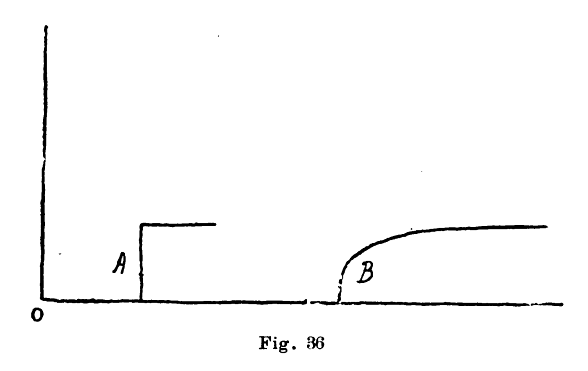


Fig. 36

vertical la intensidad eléctrica, podemos ver en A una corriente que adquiere su intensidad de un modo instantáneo. Esta corriente, originada al cerrar el circuito, carece de auto-inducción, es decir, de otra corriente contraria que se oponga á que la primera alcance su máxima intensidad. Pero esta corriente sin auto-inducción es físicamente imposible.

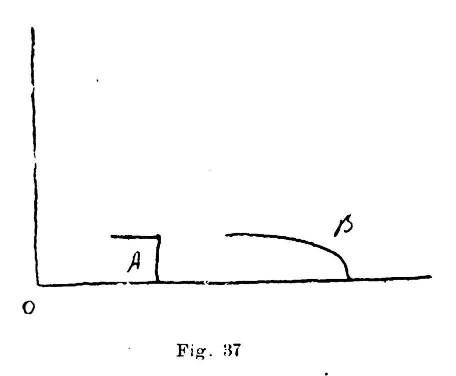


Fig. 37

La corriente con auto-inducción queda comprendida examinando la curva B. En ésta, la corriente de auto - inducción, obrando como resistencia al desarrollo de la primera, da por resultado una curva que significa que la corriente primaria adquiere lentamente su valor máximo.

Si se interrumpe una corriente continua sin que exista auto-inducción, la curva de apertura no será tal curva, sino una

línea vertical (véase *fig. 37 A)*. Pero con la corriente de auto-inducción se sostiene el flujo de la corriente primaria, dando por resultado un descenso suave de la curva de la corriente de apertura *(fig. 37 B)*.

Para obtener el efecto máximo de la inducción y, por tanto, del rendimiento de la bobina, conviene interrumpir la corriente primaria en el preciso instante que alcance su máxima intensidad. Si la interrupción se verifica después, queda un período de tiempo en que la corriente circula por el carrete primario sin fenómeno de inducción ninguno. Si, por el contrario, se verifica antes, no se deja tiempo suficiente para que la corriente primaria alcance su valor, y la inducción en el secundario es más débil.

Cuantas más veces se establezca é interrumpa la corriente en la unidad de tiempo, mayor número de corrientes inducidas se producirán en el secundario.

Variabilidad de la auto-inducción.—ACOPLAMIENTO DE VALTER.—La auto-inducción en un circuito crece con la intensidad de la corriente eléctrica que lo recorre, con la longitud del conductor, y, singularmente, con la forma del conductor. Es decir, que un alambre de 50 metros de largo enrollado en forma de carrete, posee una auto-inducción mucho mayor que si el alambre adopta una disposición rectilínea, lo cual se explica porque la fuerza inductiva de unas vueltas se suma con la de las inmediatas. Puede decirse, por tanto, que la auto-inducción en un circuito crece con el número de vueltas del carrete, ó, como se acostumbra á decir tomando en consideración el factor intensidad, con el número de vueltas-amperios.

En este hecho se fundó Valter para modificar á voluntad la auto-inducción en la bobina. En efecto, basta para ello conectar varios carretes en tensión si queremos elevar el valor de la auto-inducción, ó montarlos en intensidad ó derivación, si queremos reducirla. Esta disposición encierra una importancia práctica extraordinaria para los aparatos Rontgen.

Para comprender este hecho diremos que, la tensión de las corrientes inducidas que atraviesan el carrete secundario, crece

conforme se reduce la auto-inducción en el circuito primario, y viceversa.

Los tubos Rontgen, que se montan en serie entre los extremos del inducido ó polos de la bobina, constituyen una resistencia al paso de las corrientes inducidas. Esta resistencia varía según sea el estado de uso de los tubos, habiéndolos blandos ó de poca resistencia, duros ó de mucha resistencia, y medio duros ó de resistencia media. Por consiguiente, haremos uso de mucha auto-inducción haciendo recorrer la corriente primaria muchas vueltas del inductor (poca tensión en el inducido) cuando utilicemos tubos blandos; de poca auto-inducción haciendo recorrer la corriente primaria pocas vueltas del inductor (mucha tensión en el inducido), cuando empleemos tubos duros y, tomando el término medio de estas medidas, cuando se tratede tubos medio duros. Si con mucha auto-inducción (poca tensión en el secundario) montamos un tubo duro, éste no funcionará porque su resistencia es grande y la corriente no puede pasar. Si, por el contrario, queremos trabajar con un tubo blando (poca resistencia) y poca auto-inducción (mucha tensión en al secundario), aquél estará atravesado por las corrientes de cierre (que es muy perjudicial según diremos después) y la de apertura (única que debe aprovecharse).

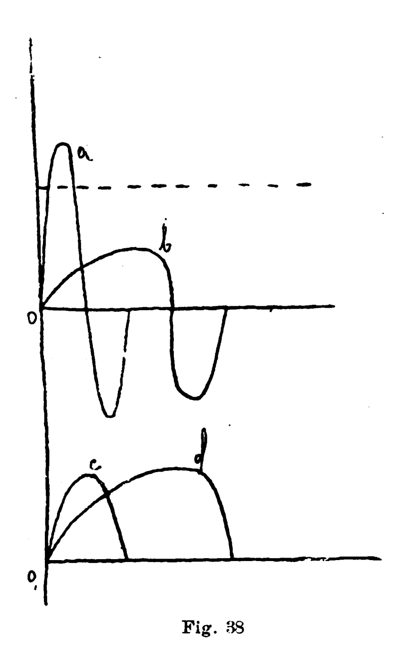


Fig. 38

En una misma bobina se puede variar á voluntad, por medio de un sencillo acoplamiento, la auto-inducción del carrete primario, poniendo en circuito más ó menos vueltas del referi-

do carrete para obtener una tensión mayor ó menor entre los polos de la bobina y adaptar, por consiguiente, la tensión que sea necesaria al grado de dureza ó resistencia de los tubos que han de trabajar. A mayor dureza ó resistencia de un tubo, mayor tensión, y viceversa.

La *figura 38* es un esquema de lo que acabamos de decir. Las curvas *c* y *f* de la parte inferior representan cada una el cierre y apertura de la corriente primaria. Las *a* y *b* de la parte superior, representan la tensión de las corrientes inducidas desarrolladas al cierre y apertura, y la línea punteada el grado de dureza media de un tubo.

Si empleamos mucha auto-inducción, ó lo que es lo mismo si ponemos en circuito muchas vueltas de carrete primario, la corriente primaria adquiere lentamente su intensidad máxima y obtendremos una curva *f*, á la cual corresponde una corriente inducida de baja tensión como es la de la curva *b*, que es insuficiente para vencer la resistencia del tubo, pues no alcanza á la línea punteada.

Si queremos que la corriente atraviese el tubo, que éste se ilumine, hay que elevar la tensión en el tubo, y para ello es preciso reducir la auto-inducción poniendo en circuito pocas vueltas del carrete primario, para que la corriente primaria adquiera en menos tiempo su valor máximo, lo cual vemos en la curva *c* que origina una corriente inducida de gran tensión, representada por la curva *a*.

V

Interrupción de la corriente.

Deformación de las curvas de cierre y apertura.—Hemos visto, por lo que llevamos expuesto, que en el secundario de un inductor se producen dos corrientes que marchan en sentido inverso y cuya alta tensión podemos regular graduando la auto-inducción primaria. Según esto, si intercalamos un tubo Rontgen entre los polos de la bobina, recogeremos en él ambas corrientes en forma de dos chispas, la de cierre y la de apertura. Esto no nos conviene, pues el tubo debe estar alimentado solamenle por la chispa de apertura, suprimiendo, si es posible, la de cierre, altamente perjudicial para la vida de los tubos y para la obtención de radiogramas netos, por razones que más tarde expondremos.

El ideal sería que el tubo estuviese atravesado por una sola corriente con suficiente tensión y un mismo sentido. Pero ya que esto no es posible, se procura deformar las curvas de cierre y apertura, aplanando la primera, ó sea, reduciendo su tensión para que no pueda atravesar el tubo, y elevando la de apertura para que venza fácilmente la resistencia del mismo. El tubo entonces recibe dos impulsos, uno, el de la corriente de cierre, que queda detenido sin entrar en él porque carece de tensión suficiente para salvar su resistencia, y el otro, de la corriente

de apertura, que por su mayor tensión lo atraviesa como un flujo pulsátil.

Conviene, pues, hacer desiguales las tensiones de ambos impulsos del secundario; la corriente de cierre, lo más reducida posible, y la de apertura muy elevada, con lo cual la corriente secundaria adopta el carácter de una corriente pulsátil.

La tensión en el secundario depende de la rapidez con que cambia el campo magnético del primario. A mayor rapidez del mismo corresponde mayor tensión en el secundario. Se procura que el cierre de la corriente primaria se efectúe con lentitud, para que la tensión en el inducido sea baja, y, por el contrario, la apertura de la corriente muy rápidamente para que la tensión en el inducido sea lo más elevada posible.

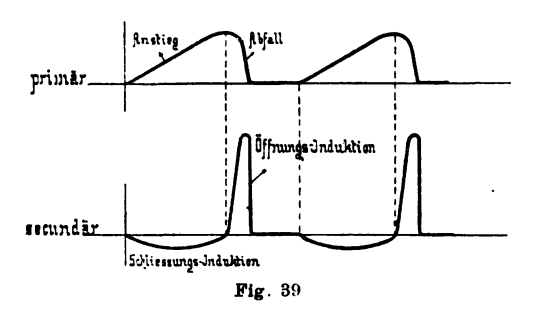


Fig. 39

El examen de la *fig. 39* nos demuestra el cierre lento de la corriente primaria por la curva de ascenso suave (Anstieg) que termina en la línea punteada primera. A esta curva de cierre corresponde una corriente secundaria de baja tensión de cierre (Schliessungs-inducción). La interrupción de la corriente primaria (Abfall) es muy rápida, por lo cual la inducción ó corriente de apertura (Offnungs-inducción) es muy elevada.

El procedimiento que se sigue para lograr esto es el de la supresión ó la reducción de la corriente de auto-inducción en el momento de la apertura. Suprimida la auto-inducción en la apertura, el campo magnético se desenvuelve rápidamente y da lugar, por la velocidad del cambio, á un efecto grande de tensión secundaria. Con la diferencia de auto-inducción que hemos establecido en el primario, se hace igualmente diferente, des-

igual, la inducción magnética del cierre y la de la apertura de la corriente, y la tensión en el secundario, por tanto, es distinta, resultando mucho mayor la de apertura que la de cierre.

La corriente de auto-inducción de apertura sigue el mismo camino que la corriente primaria, y tiende á sostener ésta en el instante de la interrupción, lo cual origina una chispa larga del primario en el sitio de la interrupción, que impide sea rápida la misma, y, por consiguiente, que la tensión secundaria sea muy elevada. Suprimamos, ó reduzcamos al menos, esta chispa de apertura para que la interrupción dure menos y la tensión secundaria sea la mayor posible.

Para realizar esto se procura extinguir la chispa por medio del condensador.

Pero, además, podemos reducir la tensión de la corriente secundaria de cierre aumentando la auto-inducción en el primario, dándole á éste gran longitud, es decir, mayor número de vueltas. Con esta disposición, la corriente de auto-inducción que se produce al cierre es considerable, la corriente primaria tarda mucho en alcanzar su valor y la tensión secundaria es baja.

Otro factor influye en la auto-inducción, y es el de las dimensiones del núcleo de hierro de la bobina. Es tanto mayor aquélla cuanto más peso tenga éste, pues con el mayor peso del núcleo se aumenta también la intensidad del campo magnético. Pero no tiene tanta importancia como las demás condiciones que hemos apuntado.

La corriente de una bobina es tanto más apropiada para producir rayos Rontgen cuanto mayor sea la tensión de la inducción de apertura respecto de la de cierre, es decir, la diferencia existente entre ambas tensiones.

Por medio de las disposiciones adoptadas y que acabamos de estudiar, se logra una curva secundaria como la representada en la *fig. 39*.

Condiciones que debe reunir una bobina.—Hasta hace pocos años caracterizaba la bondad de una bobina su gran longitud de chispa. Sobre este principio se han construído bobinas cuya chispa alcanza la longitud de un metro.

Hoy bastan, á lo sumo, de 30 á 40 centímetros de chispa para todas las necesidades radiográficas. Si se aumenta demasiado la longitud del inducido y con ello la tensión, será más fácil la producción de la chispa de cierre con todos sus inconvenientes, sin que por otra parte se obtenga ninguna ventaja. Es mucho más importante que el inductor esté provisto de un núcleo de hierro voluminoso y que el peso del alambre de cobre de los carretes primario y secundario sea elevado. Es decir, las condiciones necesarias para que las descargas en el secundario sean intensas y la chispa gruesa. Claro está que estas condiciones, especialmente el número de vueltas del secundario, han de reunirse dentro de ciertos límites, porque si la tensión de la bobina es muy baja, su chispa no podrá vencer la resistencia del tubo duro. Y para esto es suficiente una tensión de 30 ó 40 centímetros de chispa.

Y este es el fundamento de las modernas bobinas intensivas, cuya idea pertenece principalmente al ingeniero alemán Dessauer, de Frankfort, que desde hace nueve años la está defendiendo con tal éxito que ha sido el primero en llevarla á la práctica, realizando la verdadera radiografía instantánea con su «Instalación relámpago». Con una bobina de gran longitud de chispa y con un número demasiado considerable de vueltas secundarias, no se hubiera llegado al admirable resultado de la instantánea, cuyo fundamento se halla en la mayor intensidad de la descarga.

El alambre, de cobre, de los carretes debe estar cuidadosamente aislado y el núcleo de hierro constituído por láminas de este metal recubiertas de papel y de barniz aislador, adosadas unas á otras en forma de haz. De este modo se evita el calentamiento que se desarrolla por las corrientes de Foucault cuando el núcleo es de una sola pieza.

Y, finalmente, es muy importante que la bobina disponga del acoplamiento de Valter, para suministrar al tubo la tensión eléctrica necesaria precisamente á la resistencia que éste ofrezca.

Condensador.—Para que la caída de la intensidad en la apertura de la corriente sea muy rápida, desde su valor máximo hasta

cero, es necesario, según se ha dicho, no solamente elevar el número de interrupciones en la unidad de tiempo, sino la supresión completa de la chispa de apertura y la reducción posible de los efectos de auto-inducción en la interrupción. Un aparato que presta este servicio es, como ya se ha dicho, el condensador.

Este aparato consta, principalmente, de dos conductores de gran superficie, dos láminas metálicas, una frente á la otra, y muy próximas entre sí y separadas por una capa aisladora (aire, vidrio, goma, papel), que recibe el nombre de dieléctrico. Una forma del condensador es la botella de Leyden. Está constituída por un vaso de vidrio recubierto con papel de estaño por dentro y fuera hasta dos tercios de su altura. La capa exterior y la interior no se comunican entre sí, estando separadas por la pared del vaso que hace de dieléctrico.

Las dos cubiertas metálicas del condensador se conectan en derivación con el circuito primario, una antes del punto en que se interrumpe la corriente y la otra después, es decir, á uno y otro lado del interruptor.

Como la capacidad de la botella de Leyden no es considerable, ni su forma la hace manuable, se construyen condensadores formados por varias hojas de estaño, separadas por un papel de buenas condiciones aisladoras.

Montadas en paralelo, las hojas de cada lado representan una sola, pero de gran capacidad, y están unidas cada serie de ellas al circuito del manantial á uno y otro lado del interruptor.

Para formarse una idea, siquiera sea aproximada, del modo de actüar el condensador al ser interrumpida la corriente, debemos imaginarnos el dieléctrico como una lámina elástica, como una membrana muy tersa de pergamino que, á manera de impulso, recibe la sacudida que le envía la extracorriente de apertura por medio de las cubiertas de estaño y, por virtud de su elasticidad, la amortigua y reduce notablemente.

El condensador forma parte de toda bobina que funciona con interruptor de martillo ó de mercurio, pero no con interruptores electrolíticos.

Interruptores.—FASES DE LA INTERRUPCIÓN.—El adjunto esquema demuestra *(fig. 40)* las fases de la interrupción de la corriente primaria que se verifican por medio del interruptor. La oblicua *a b* representa el período variable de ascenso de la corriente en el momento del cierre, cuya oblicuidad depende de la duración del contacto y de la auto-inducción. La altura *h* significa la intensidad de la corriente y la del campo magnético que se produce al cierre de la corriente.

La parte *b c* es el período de tiempo en que circula la corriente primaria sin sufrir interrupción. Pero en *c* se interrumpe la corriente, el campo magnético desaparece, produciéndose la inducción de apertura, hasta *d*. La parte *d a* es la fase en que no hay corriente.

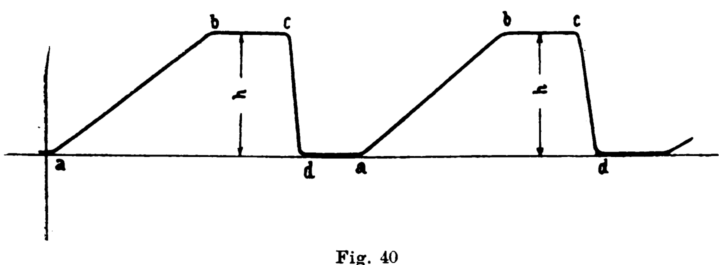


Fig. 40

A partir desde *a* se repiten los mismos fenómenos explicados.

La fase *a b* debe ser muy oblicua ó de ascenso muy suave, lo cual significa larga duración del cierre y escasa tensión en la inducción del secundario. El interruptor de platino es el que mejor satisface esta condición, síguele el de mercurio y á éste el electrolítico. La altura *h*, que representa la intensidad de la corriente, debe ser la mayor posible.

La fase *b c* supone gasto inútil de corriente, por lo cual debe suprimirse procurando la interrupción en el momento que la corriente y la magnetización alcanzan su mayor intensidad. Es decir, que el punto *c* debe considerarse en *b*. Por otra parte, la interrupción no debe efectuarse antes de llegar á *b*, antes que la corriente adquiera el régimen máximo y el nú-

cleo acabe de magnetizarse, porque entonces no se aprovecha todo el efecto útil de la interrupción. Este peligro se presenta en algunos interruptores de mercurio por excesiva velocidad del motor cuando se regula mal este aparato.

El período *c d* corresponde á la interrupción de la corriente, la cual debe ser lo más rápida posible.

Finalmente, la fase *d a*, es de reposo, en que no hay corriente, ni por tanto interrupción. Esta fase no debe ser muy corta porque, según investigaciones de Dessauer, los tubos se hacen sensibles á la corriente de cierre, sufriendo el deterioro que es consiguiente.

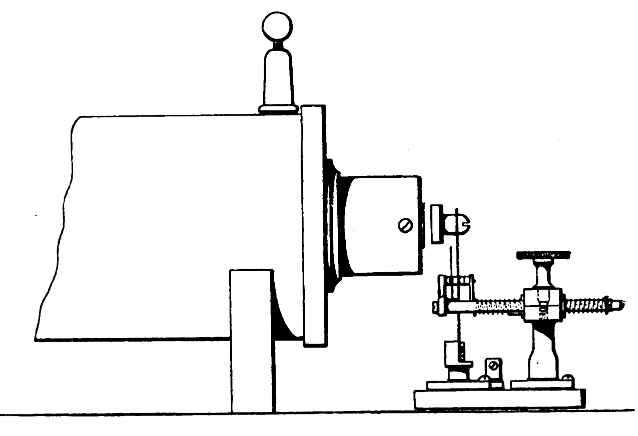


Fig. 41

INTERRUPTOR DE MARTILLO.—El interruptor de platino (de martillo, de Vagner, de Neef, que también estos nombres recibe) es el tipo más antiguo de interruptores y está fundado en el mismo principio que el de la campanilla eléctrica *(fig. 41)*.

El martillo está dispuesto en forma que cierra circuito con la corriente primaria y se halla solicitado por un resorte que lo sostiene fijo y enfrente del núcleo de hierro de la bobina. Al circular la corriente y recorrer ésta el carrete primario de la bobina se imanta el núcleo, el cual atrae á la cabeza del martillo, estableciéndose contacto entre ambos. En este momento, se ha separado el vástago del martillo de un punto del circuito

con el que hacía contacto, queda interrumpida la corriente y vuelve el martillo á su posición primitiva solicitado por el resorte, y una vez que cesa la atracción del núcleo que se ha desimantado. Entonces, vuelve á pasar la corriente, el núcleo se imanta, atrae al martillo que, á su vez, la interrumpe, y así sucesivamente se repiten los mismos fenómenos explicados.

El interruptor de martillo interrumpe la corriente de 15 á 20 veces por segundo.

Con este interruptor no se puede suprimir del todo la chispa de apertura, como en los interruptores de mercurio, el martillo acaba por quemarse y no permite grandes intensidades. Hoy se usa muy poco en la práctica Rontgen.

Interruptor de mercurio.—Bien pronto se comprendió la utilidad del mercurio como material de contacto para verificar la interrupción, siendo considerable el número de modelos que de esta clase hanse construído. Nos ocuparemos solamente de los más corrientes.

Uno de los tipos más antiguos y sencillos está constituído por un vástago de metal que alternativamente entra y sale en la masa de mercurio que contiene un vaso de metal. El mercurio está cubierto por petróleo hasta cierta altura, el cual sirve para enfriar y apagar la chispa de la interrupción. La varilla de metal, que establece é interrumpe la corriente cuando se sumerge y sale del mercurio, está montada en una excéntrica que se pone en movimiento á beneficio de un motor. El vástago forma un polo de la corriente y el mercurio el otro. Este interruptor se halla ya en desuso, porque al sumergir y salir rápidamente del mercurio la varilla, imprime á esta última un movimiento oscilatorio que origina gran irregularidad en la duración del cierre y de la interrupción de la corriente.

A Boas se debe el interruptor titulado de *irradiación de mercurio*. Consta de un vaso con un eje vertical provisto en su parte superior de un disco horizontal, y éste á su vez de unos dientes de metal de forma angular dirigidos hacia abajo. En el fondo del vaso hay depositado mercurio cubierto de petróleo para enfriar la chispa, y, sujeto al eje, un caracol que está en comunicación con un tubo vertical y lateral que termina por

su extremo superior á la altura del disco. Puesto en movimiento rotativo el eje por medio de un motor, el caracol recoge el mercurio y, por la fuerza centrífuga que este adquiere, lo conduce por el tubo y lo lanza, en forma de un hililo, sobre los dientes metálicos del disco que gira con el eje. Cuando el chorro de mercurio choca con un diente se establece la corriente, y cuando cae entre dos de éstos, se interrumpe. El número de interrupciones se aumenta ó disminuye por la velocidad mayor ó menor que se imprime al motor. Este interruptor ofrece dos inconvenientes: no admite gran intensidad y se ensucia mucho, por la mezcla rápida que tiene lugar entre el mercurio y el petróleo.

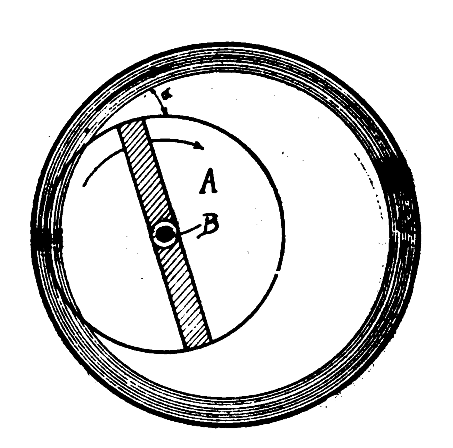


Fig. 42

Los modernos interruptores que hoy más se usan son el Record, Rotax y el desviator de Dessauer, y están fundados en un principio que señaló Tesla.

Constan de un árbol formado por dos partes principales unidas por un eje común vertical. Una parte está constituída por un motor y la otra es un vaso donde se verifica la interrupción por medio del mercurio con petróleo que contiene. Al girar el aparato por el motor que lo pone en movimiento, el mercurio, por la fuerza centrífuga, se dirige á la periferia y forma una corona dentro del vaso.

Expuesto esto, vamos á describir las particularidades que distinguen á cada uno de estos tres interruptores que, como hemos dicho, son hoy los más usuales.

El vaso del interruptor Rotax que contiene el petróleo con mercurio, y del cual la *fig. 42* representa un corte horizontal, adquiere un movimiento de rotación por medio del motor eléctrico que unido por el mismo eje se halla debajo de aquél.

Excéntricamente al eje del vaso y en el interior de éste existe una rueda dentada A, dispuesta horizontalmente.

La ruedecilla es de un material aislador y forma parte de ella una lámina metálica dispuesta en forma diametral B. Al girar el vaso, el mercurio Q se lanza á la periferia, formando un anillo que baña los dientes de la ruedecilla y la imprime un movimiento de rotación. En el momento de bañar el mercurio la lámina metálica de la ruedecilla se cierra la corriente, y al salir del mercurio el extremo de dicha lámina, se interrumpe.

Por un dispositivo apropiado se puede sumergir la ruedecilla más ó menos en el mercurio, y, por tanto, regularizar convenientemente las interrupciones y la iluminación del tubo.

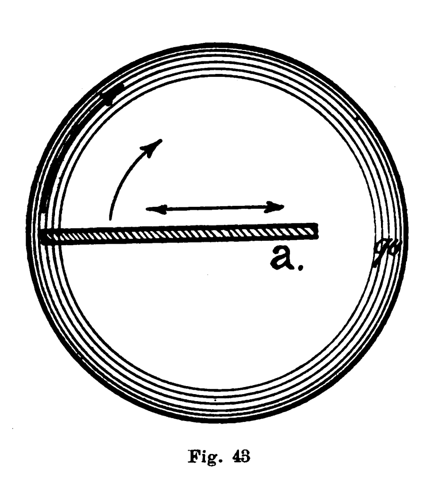


Fig. 43

Este interruptor permite grandes intensidades y trabaja en muy buenas condiciones. Solo tiene el inconveniente de que se ensucia mucho, pues se mezcla pronto el mercurio con el petróleo para formarse pomada. Precisa limpiarlo con frecuencia interiormente, con arreglo á las instrucciones que da la casa constructora y en las cuales no debemos entrar. Para su marcha necesita estar cargado con 30 centígramos de mercurio y 150 de petróleo.

En el interruptor Record *(fig. 43)*, el mercurio adopta la misma forma que en el anterior al ponerse aquél en movimiento. En el mercurio entra y sale en dirección radial un vástago metálico *a*. Este posee un movimiento combinado de rotación y oscilación radial. En este interruptor, la rapidez de la interrupción es pequeña, el movimiento giratorio combinado con el de oscilación complicado, pero su carga es buena y se ensucia poco.

El interruptor de Dessauer, que este autor lo titula de *desviación,* y cuyo fundamento está representado en la *fig. 44* y el aparato completo en la *fig. 45,* consta de un vaso que, como los anteriores, contiene mercurio y petróleo (15 cc. del primero y 110 del segundo). El movimiento rotativo del aparato origina la forma de anillo Q, que el mercurio adopta en la pared. Pero en un punto de ésta existe un cuerpo fijo C, *desviador* que deforma la circunferencia del vaso y por el cual el mercurio tiene que desviarse. Por la inspección de la figura se comprende fácilmente que cuando el extremo del vástago B se sumerge en el mercurio, en C se establece la corriente, y se interrumpe cuando el desviador rebasa del nivel del vástago.

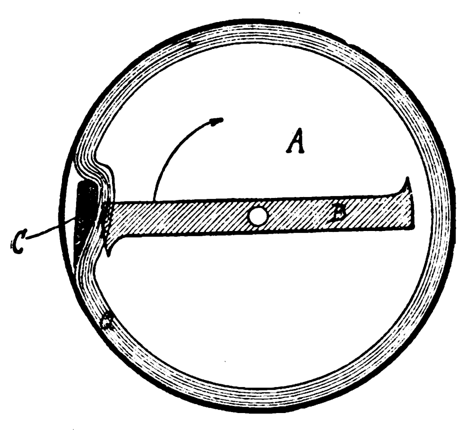


Fig. 44

Este interruptor tiene las ventajas importantes de que se ensucia muy poco, consume una cantidad muy reducida de mercurio y funciona con gran regularidad.

En los interruptores de mercurio descritos conviene añadir de vez en cuando, según sea el trabajo que realicen, una pequeña cantidad de petróleo para reponer el que se evapora. Llega un momento en que se impone su limpieza, lo cual se conoce porque el tubo no funciona con regularidad, y hay que renovar el mercurio y petróleo que se hallan muy mezclados, hasta formar pomada. Económicamente, la renovación del petróleo importa muy poco, pero no así la del mercurio, que es artículo caro. Conviene, á ser posible, aprovechar el mercurio, si no todo, lo que se pueda. A este efecto, nosotros prendemos fuego á la mezcla negruzca que forman ambas sustancias. El petróleo se vaporiza, quedando el mercurio puro en el fondo del

recipiente. Por este medio hemos obtenido un aprovechamiento del 50 por 100 del mercurio, que de otro modo se pierde por inútil.

Este sistema de interruptores de mercurio se acompaña

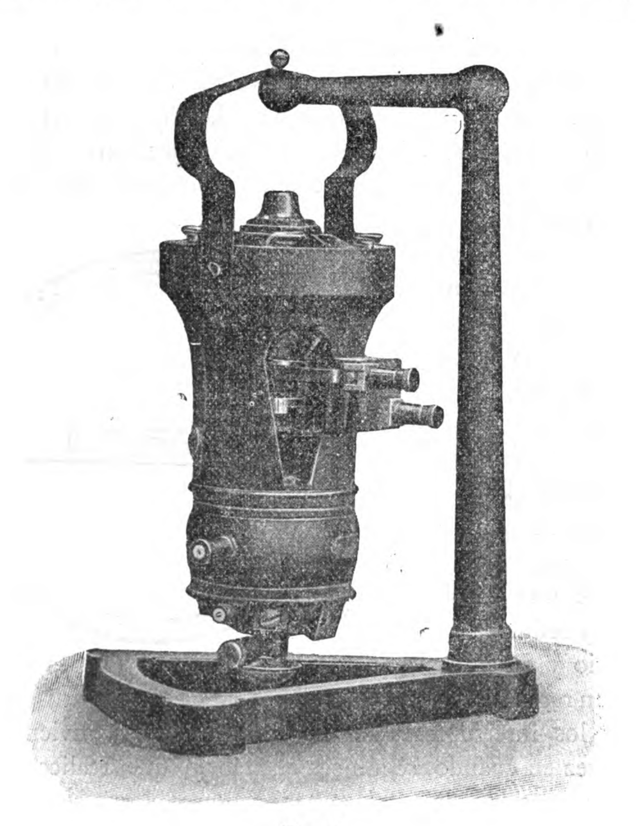


Fig. 45

siempre del condensador, acoplado en derivación, según ya se ha dicho.

El vaso donde se verifica la interrupción está provisto de dos bornes donde se conectan los dos polos de la corriente primaria, quedando intercalado, ó montado en serie, el aparato. Independientemente de este circuito, dispone el interruptor de mercurio de otro, el del motor, constituído por dos conductores

que arrancan de la red ó del generador eléctrico, resultando montado, por consiguiente, en derivación. En este circuito se intercala un reostato para aumentar ó disminuir el número de revoluciones y, por lo tanto, el de interrupciones de la corriente.

INTERRUPTOR ELECTROLÍTICO.—En 1900 inventó Wehnel el interruptor que lleva su nombre, el cual está fundado en lo siguiente:

En un electrolito diluído, como el agua acidulada con ácido sulfúrico, se sumergen dos electrodos muy diferentes en superficie (una placa de plomo y una punta de platino aislado por un tubo de porcelana) y unidos de forma que una corriente continua de suficiente potencial (60-250 voltios) entre por el electrodo de menor superficie (ánodo, polo positivo del interruptor) y salga por la placa de gran superficie (cátodo, polo negativo del interruptor), de modo que se verifique el fenómeno siguiente: *(figuras 46 y 47)*.

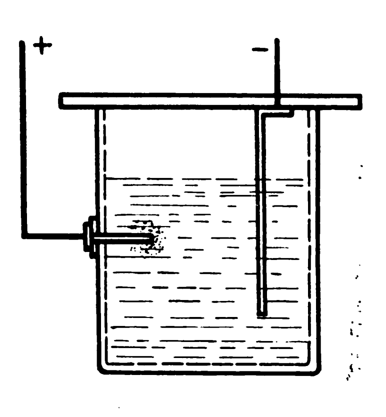


Fig. 46

En la superficie de contacto del ánodo ó punta de platino con el agua acidulada, existe la mayor resistencia para el paso de la corriente eléctrica, lo que da lugar á que en este punto el electrolito se caliente y convierta en vapor. La vesícula de vapor de agua envuelve á la punta de platino y la aisla del líquido, y entonces la corriente queda interrumpida. En el momento de la interrupción se forma en el primario una corriente de auto-inducción que perfora la vesícula, produciéndose una diminuta explosión, la vesícula escapa y vuelve á ponerse en contacto el líquido con el platino, verificándose el cierre de la corriente, al que sigue el calentamiento del líquido, la formación de otra vesícula aisladora y nueva interrupción. Y todo

esto se repite con tal rapidez que llega hasta 3.000 veces por minuto.

La intensidad de la corriente que atraviesa un interruptor electrolítico es proporcional á la superficie de contacto entre el ánodo y el ácido y, por consiguiente, también á la sección de la punta de platino, la cual suele variar entre 1 y 4 milímetros. Además, crece también la intensidad de la corriente interrumpida, como se deduce de lo expuesto, cuando se inmerge más en el líquido la punta de platino, pero, en cambio, disminuye el número de interrupciones. Este aumenta según disminuye la sección del platino. Puede tener el interruptor uno ó varios ánodos de distinto espesor, y por medio de un conmutador se pone uno ú otro en circuito, variándose de esta forma el número y la intensidad de las interrupciones.

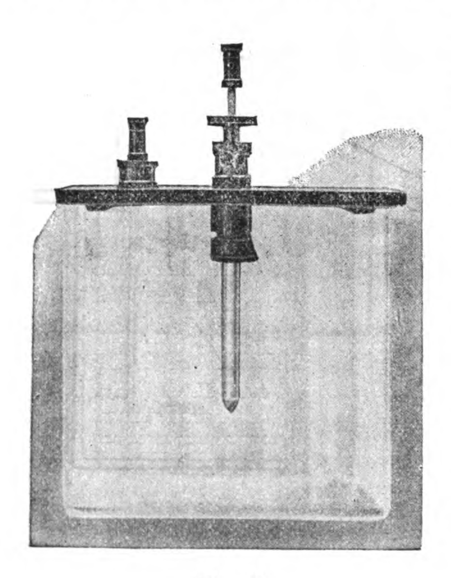


Fig. 47

Este interruptor permite descargas mucho mayores que los de mercurio. Se monta en serie sobre la corriente primaria, conectando el polo positivo de ésta con el electrodo de platino y el negativo con el de la placa de plomo, y sin condensador.

Ofrece el inconveniente, á cambio de las ventajas apuntadas, de que el consumo de los tubos Rontgen es mayor que con los de mercurio, siendo el ascenso de la corriente más brusco que con los otros interruptores y, por consiguiente, la diferencia entre la inducción de cierre y la de apertura menor.

El número de interrupciones por segundo de los dife-

rentes interruptores, está representado en el siguiente cuadro:

Interruptor de platino............	20
Interruptor modificado............	50
Interruptor de Tesla y sus modificaciones (Rotax, Dessauer, Record)..	60
Interruptor Wehnelt..............	200

El interruptor Wehnelt solamente trabaja en buenas condiciones bajo un potencial de 80 á 160 voltios.

El agua acidulada del vaso donde están sumergidos los electrodos de este interruptor debe tener una densidad de 20 á 22° Beaumé. De tiempo en tiempo hay que añadir pequeñas cantidades de agua para reponer la que se evapora por el funcionamiento.

Existen varias clases de interruptores electrolíticos, como el de Simón y otros, pero el de Wehnelt ha sido el que ha tenido mayor aceptación.

VI

Otros sistemas de aparatos Rontgen

Nos hemos ocupado del sistema clásico y corriente de aparatos para producir rayos Rontgen, ó sea, del que tiene como fundamento la bobina y el interruptor. Pero existen otros sistemas (hecha abstración del de la máquina electroestática) menos generalizados, como son el de los aparatos de corriente alterna, el de Grison, Boas y el de la instantánea de Dessauer. Solo nos ocuparemos del de Snook, de Dessauer y del de corriente alterna, de este autor.

El sistema de aparatos de corriente alterna, ó sistema unipolar de alta tensión, fué inventado por el americano Lemp y perfeccionado, después de olvidado, por otro americano, Snook, cuyo nombre y el de *ideal* actualmente lleva. Su fundamento consiste en una corriente alterna de la red industrial que, recogida en un transformador de corriente alterna provisto de un inducido con gran número de vueltas en el secundario, es transformada en alta tensión.

Como los tubos Rontgen necesitan para su trabajo corriente continua ó impulsos de un mismo sentido, la corriente alterna de alta tensión que sale del transformador pasa á un rectificador, el cual funciona como un inversor automático de corriente, donde los dos impulsos de sentido contrario de la corriente

alterna toman una misma dirección, aprovechándose ambos en el resultado útil de la producción de la luz Rontgen.

El radiólogo alemán Sr. Dessauer, acaba de construir un sistema de aparatos Rontgen para aprovechar exclusivamente la corrienta alterna, monofásica ó trifásica, en el cual ha logrado evitar el peligro de fusión del transformador que suele presentarse en los sistemas de corriente alterna usados hasta ahora.

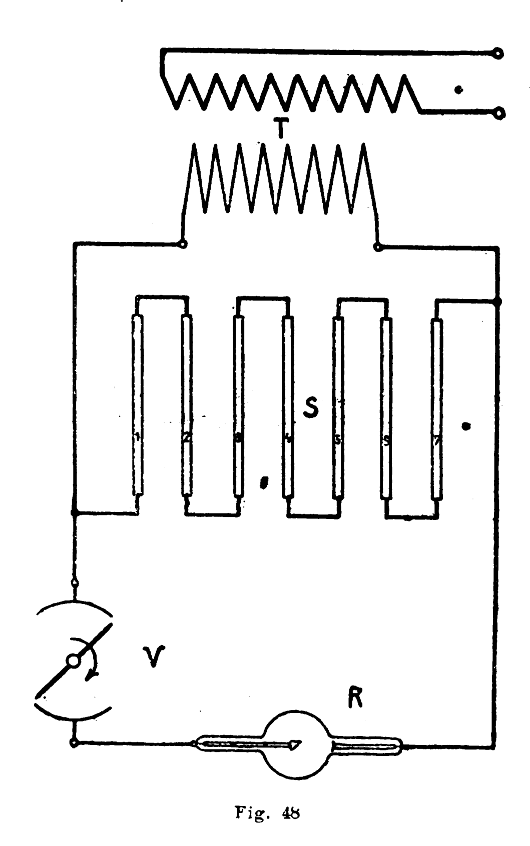


Fig. 48

La corriente alternativa sustituye cada día más á la continua en las ciudades, lo cual constituye una dificultad para el radiólogo, porque complica la instalación y eleva su precio considerablemente al tener que intercalar entre la red y los aparatos Rontgen otro, caro, como es el convertidor de corriente. Este inconveniente queda salvado en las nuevas instalaciones que se construyen para corrientes alterna y trifásica directa. La sencillez del funcionamiento y la importante reducción de precio han hecho que estas instalaciones tengan cada día mayor aceptación para la corriente alterna, si bien que, en la actualidad, se considera superior el sistema antiguo de bobina é interruptor desde el punto de vista técnico.

El nuevo tipo de aparatos tiene su representación esquemática en la *figura 48*. La corriente de la red es transformada primeramente en corriente alterna de alta tensión por medio del transformador T. Desde éste se dirige la corriente por dos circuitos de los cuales uno está formado por los cuerpos S_1, S_2, S_3 S_4 hasta S_7, y termina en los bornes del carrete secundario, mientras el otro conduce al tubo por medio de un conmutador rotativo de alta tensión. Con esta disposición queda limitado el número máximo de impulsos ú ondas de la corriente por segundo, á la mitad del número de alternaciones. Si el de éstas es, por ejemplo, de 100 (en 50 períodos), no se envían los 100 impulsos por segundo á través del tubo, sino solamente 50, ó 25, por medio de un dispositivo especial.

Se realiza esto disponiendo los segmentos de contacto en dos planos horizontales, el uno por abajo y el otro oblicuamente por arriba en frente del primero, de manera que la aguja al girar, establece un solo contacto por cada vuelta. Si los segmentos de contacto estuvieran dispuestos en un solo plano, el uno enfrente del otro, los contactos se establecerían en cada media vuelta, y se verificarían en este caso dos contactos por vuelta.

Otra propiedad esencial de este aparato consiste en que no se utilizan las ondas inversas. Estas quedan detenidas en una resistencia de alta tensión representada por los cuerpos S^1, S^2, S^3, etc. Su resistencia es tan elevada que reciben una escasa cantidad de corriente, de $\frac{1}{2}$ á 1 miliamperio.

Esta resistencia permanente, como ya se ha dicho, termina en los bornes del secundario del transformador, por lo cual no pueden presentarse oscilaciones de tensión excesiva que son perjudiciales, quedando eliminadas las corrientes que tienen el carácter de oscilaciones de alta frecuencia.

Si nos representamos dos períodos consecutivos de la corriente alterna, el tubo Rontgen, conectado á los bornes del secundario, recibe dos de las cuatro ondas de corriente que en este último se producen, ó sean los dos impulsos que marchan en un mismo sentido, quedando detenidos en la resistencia los otros dos de sentido contrario á los primeros.

Las dos ondas que se aprovechan en el tubo son, por ejemplo, la segunda y la cuarta y las eliminadas la primera y la tercera.

El resultado expresado se obtiene, repitiendo lo arriba expuesto, mediante un pequeño conmutador sincrónico que interrumpe la corriente del tubo en el preciso momento que circula la onda inversa, de modo que pasan por el tubo dos ondas del mismo sentido y quedan detenidas en la resistencia las otras dos de sentido inverso.

La descarga útil en el tubo llega á 50 miliamperios.

En los aparatos de corriente alterna, la descarga es más reducida que en los de bobina con interruptor. Los tubos sufren menos desgaste, las imágenes son algo mejores y el manejo es más sencillo.

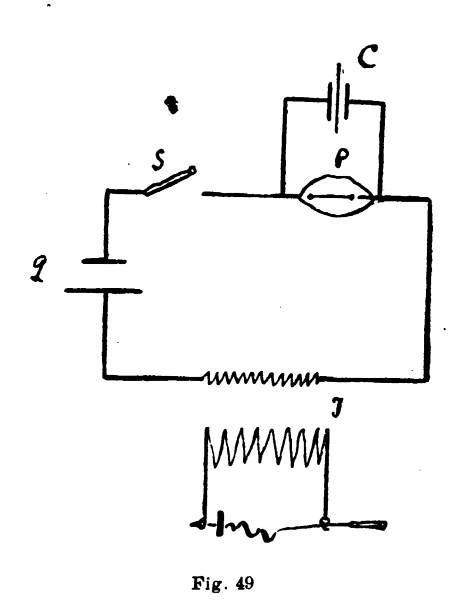


Fig. 49

El sistema de radiografía instantánea de Dessauer, que titula *aparato relámpago* (Blitz), consta de un inductor ó transformador de construcción especial en aislamiento seco J, el cual permite una carga eléctrica muy considerable en un tiempo brevísimo y está montado en serie con un dispositivo donde tiene lugar una interrupción rapidísima de la corriente. Esta interrupción se verifica por fusión, al paso de la corriente primaria, de un conductor de cobre P *(fig. 49)*, que el autor denomina ***Patrone,*** compuesto de dos hilos metálicos muy finos envueltos en una masa fina de escayola y ésta á su vez por un tubo de vidrio. Una llave S sirve para cerrar el circuito, en cuyo momento se magnetiza el robusto núcleo de hierro de la bobina,

la intensidad de la corriente llega hasta 60, 80 ó 100 amperios en el circuito primario, por virtud de cuya carga el fusible de cobre se funde produciendo una pequeña explosión.

¿Cómo se produce ésta? Por la gran intensidad de la corriente se calientan los hilitos de una manera extraordinaria hasta fundirse, formándose vapor de agua, cuya presión aumenta rápidamente para dar lugar á la pulverización y vaporización instantánea de los fusibles, á la explosión.

Por producirse el vapor en un espacio muy reducido, la presión que se desarrolla es enorme, lo cual impide la formación de una gran chispa de apertura. Según Tesla, la chispa de apertura disminuye con el cuadrado de la velocidad de separación en el punto de la interrupción, la cual es rapidísima á causa de la explosión. Además, el número considerable de partículas producidas por la explosión y el condensador intercalado en derivación con el fusible, determinan la supresión instantánea de la chispa de apertura. El resultado es que se obtiene una interrupción automática, segura, rapidísima, cuya intensidad es siempre igual para una sección ó grosor determinado del fusible.

Dada la instantaneidad de la descarga, no es absolutamente necesario modificar ó reforzar mucho la canalización eléctrica que suministra la corriente á pesar de la enorme intensidad de aquélla; y, por igual razón, la instalación no sufre ningún deterioro.

La interrupción induce en el carrete secundario del inductor una corriente cuya intensidad se eleve hasta 250 y 300 miliamperios y á 150 en el tubo Rontgen que se intercala entre los polos del inductor.

Como la intensidad de la corriente primaria y el peso del núcleo de hierro de la bobina son considerables, la auto-inducción es grande y, por tanto, el ascenso suave y muy elevado. La interrupción automática, la supresión de la auto-inducción de apertura y la caída extremadamente rápida, son las condiciones ideales para obtener una intensidad enorme é instantánea en el secundario.

Según el espesor de la región que se trate de radiografiar,

se empleará un fusible más ó menos grueso. Las últimas construcciones de este sistema están provistas de un dispositivo que permite emplear 10 fusibles, y un revólver que automática y sucesivamente los coloca, pudiendo verificarse en esta forma las descargas, lo cual es necesario para casos de gran espesor de la región.

El tubo se ilumina un instante, es un verdadero relámpago, cuya duración varía entre 1/300 y 1/500 de segundo, según afirma el autor.

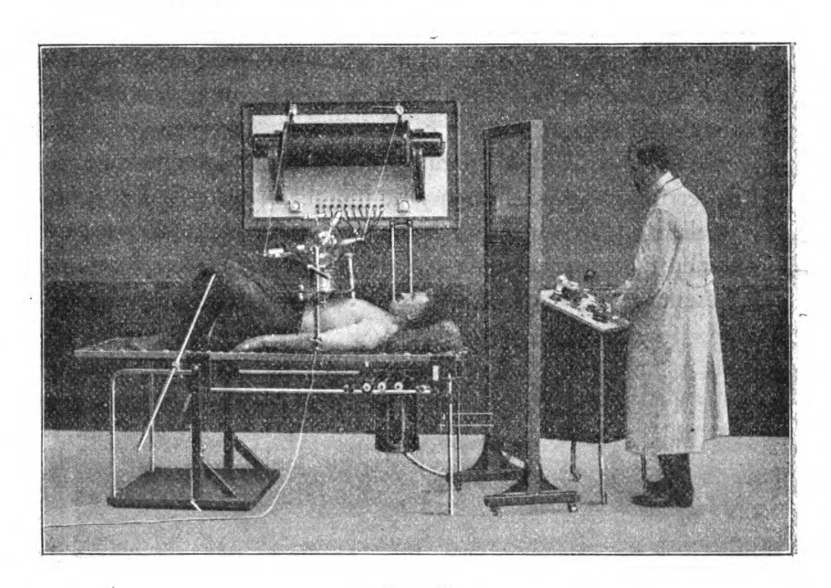


Fig. 50

Si los aparatos están montados con corriente continua de la red industrial, basta un potencial de 110 voltios; si es corriente alterna, se hace necesario un convertidor de unos 50 amperios de descarga y 160 voltios, por lo menos. Pero es preferible la corriente continua directa.

Para las radiografías de pecho, hombro, etc., es necesario el auxilio de la cartulina de reforzamiento, que después estudiaremos, pero no para las de las extremidades. Ultimamente se ha logrado radiografiar con una sola descarga la pelvis de adultos.

Con este método de radiografía instantánea, se obtienen positivas ventajas en las radiografías de los órganos dotados de movimiento, como el corazón y la aorta, cuyos límites aparecen mucho más netos que con la radiografía de tiempo, toda vez que una revolución cardíaca necesita 1,25 segundos, y la descarga del tubo solo tarda de 1/300 á 1/500 de segundo, impresionándose la placa antes de que los bordes de estos órganos sufran desplazamiento.

Además, en los niños, que tan difícil es lograr permanezcan inmóviles siquiera sea breves momentos, y en los enfermos cuya afección no les permite una posición algo violenta, la instantánea resuelve estas dificultades; esto sin contar con que los tubos duran más tiempo.

Como el sistema de aparatos de Dessauer dispone además de interruptores electrolítico y de mercurio, su trabajo se puede realizar también por el régimen ordinario, es decir, que se obtienen radiogramas instantáneos y de tiempo. La *figura 50* representa la instalación completa.

VII

Fenómenos eléctricos que se producen en gases débilmente enrarecidos

Vamos á estudiar en este capítulo la transformación que experimenta la energía eléctrica en otra clase de energía; rayos catódicos y rayos Rontgen.

Si verificamos una descarga á través del aire entre los polos de un inductor, observaremos que aquélla ofrece determinados caracteres. Aparece en forma de varias líneas quebradas, de un color blanco plateado, ó bien de llamarada rojiza, según su intensidad sea.

Pero si esta descarga la recogemos en una ampolla cerrada, de vidrio, de la cual hemos extraído una pequeña cantidad de aire, apreciamos que la corriente pasa con mayor facilidad, por ser el aire un cuerpo aislador; la descarga, por tanto, es más intensa, y, además, cambian los caracteres de la misma.

Para el examen de estos fenómenos se emplean tubos de vidrio provistos en sus dos extremos de conductores metálicos. El electrodo que está unido con el polo positivo de la bobina se llama ánodo (punto de entrada de la corriente), y el conectado con el polo negativo de la misma, cátodo (punto de salida de la corriente) *fig. 51.*

Bajo el ligero enrarecimiento del aire que hemos practica-

do, la chispa ya no es blanca, sino de una coloración azul violácea intensa, al propio tiempo que su forma cambia, pues la línea ó banda que antes era estrecha se ensancha más cada vez, hasta resolverse en una luz difusa de color violáceo que invade uniformemente al tubo.

Si el vacío se acentúa, se forma una luz rojiza característica que desde el ánodo se dirige al cátodo, sin alcanzarlo, mientras éste se rodea de una coloración azul violeta.

Si el enrarecimiento del tubo aumenta, la luz rojiza, que recibe el nombre de luz de Geisler, se aleja poco á poco del cátodo, y aparece delante de éste un espacio oscuro, espacio oscuro catódico, que va invadiendo al tubo mientras la luz de Geisler se disipa.

Por último, cuando ha desaparecido casi totalmente la luz de Geisler, muestran las paredes del vidrio, frente al cátodo,

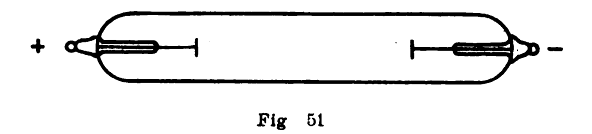


Fig 51

una fluorescencia cuya coloración varía según sea la naturaleza del vidrio; azul, cuando su composición es de sulfuro de plomo, ó verde, y es lo más frecuente, si es vidrio alemán. La causa de esta fluorescencia se atribuye á la luz que parte del cátodo, á los rayos catódicos.

Si el tubo que nos sirve de ensayo lo rodeamos de otro más amplio y en éste se depositan ciertas sustancias fluorescentes como el petróleo, la fluoresceina, la quinina y muchos otros, la luminiscencia que en él se produce al paso de la corriente eléctrica es ciertamente preciosa, magnífica.

Estos fenómenos lumínicos, estudiados primeramente por Plücker (1859) en Bonn, son tan bellos que se fabrican tubos al vacío en todas las formas imaginables, los cuales reciben el nombre de tubos de Geisler, por ser Geisler insuflador de tubos en Bonn, y se utilizan casi siempre como objetos de curiosidad científica.

Diez años después, el profesor Hittorf, de Münster, y más tarde (1879) el inglés Crookes continuaron esta clase de estudios.

Propiedades de los rayos catódicos.—Cuando el tubo alcanza cierto grado de enrarecimiento obsérvase en el cátodo, ó punto de salida de la electricidad, una luz cenicienta, formada por iones cargados de electricidad negativa, la cual transmiten á las paredes del tubo ó cuerpos contra los cuales chocan. Estas partículas negativas, que constituyen la luz catódica, salen del cátodo en línea recta y en dirección perpendicular á la superficie de donde arrancan, provocando la fluorescencia de las paredes del vidrio ó de las sustancias que encuentran á su paso, sobre todo, si se trata de las sales de calcio, estroncio y bario. Si en el trayecto que siguen los rayos catódicos se coloca un trozo de carbonato de cal, por ejemplo, se producirá al choque de los rayos sobre esta sustancia una fluorescencia de hermoso color rojo. Según sea la composición de la sal que se emplee y su forma, así variará la coloración y forma que las mismas ostentan. La velocidad con que marchan los iones que parten del cátodo se halla en relación directa del potencial eléctrico que sobre el mismo actúe, es decir, de la tensión que desarrole la bobina.

Que los rayos catódicos marchan en línea recta es un hecho que se demuestra colocando en un tubo con cierto grado de vacío, entre el cátodo y el ánodo, un trozo de aluminio en figura de estrella, el cual proyectará sobre el punto de la pared del tubo diametralmente opuesto al cátodo, la sombra de la figura de la estrella.

Otra propiedad, muy singular ciertamente, de los rayos catódicos, es la de que calientan las paredes del vidrio donde aquéllos chocan. El calentamiento se verifica en proporciones tan considerables que no se conoce ninguna clase de rayos, ni los solares concentrados por lentes, con los que se puedan comparar. Estos son una manifestación del movimiento del éter en forma de onda que se propaga por el espacio, y esto no es el caso de los rayos catódicos.

La transformación que experimentan los rayos catódicos al

chocar contra un obstáculo, como las paredes del vidrio, representada por la fluorescencia y calentamiento de éstas, la explican los autores suponiendo que los electrones que parten del cátodo, al chocar contra las mismas sufren un fenómeno comparable con el que se produce al choque de un canto contra un muro, ó sea, con el fraccionamiento del canto en pequeños trozos que saltan á uno y otro lado. Los elementos, electrones, que constituyen los rayos catódicos, al encontrar el obstáculo se transforman en ondulaciones moleculares que se traducen por la fluorescencia y calentamiento del vidrio. Este es tan extraordinario, que si actúan concentrados los rayos catódicos en forma de haz cónico, puede fundir en breves momentos, no ya el vidrio y cualquier metal, sino el platino, con ser el metal menos fusible de los conocidos.

Los rayos catódicos son absorbidos rápidamente en el espacio libre, según ha demostrado Lenard sustituyendo con una lámina delgada de aluminio la pared del vidrio, y viendo que sólo á muy corta distancia proyectaba sombra.

Los rayos catódicos poseen otra propiedad que interesa tener presente, y es la de que bajo la presencia de un imán se desvían. Este carácter conviene tenerlo presente en la técnica radiográfica, donde según veremos, no deben obtenerse radiogramas á distancia próxima á la bobina, la cual, por constituir un verdadero y poderoso imán, obra como tal desviando el haz catódico del tubo, con perjuicio del resultado radiográfico.

La velocidad con que se propagan los rayos catódicos crece con la resistencia que ofrezca el tubo y, por consiguiente, con la dureza del mismo.

La propiedad más importante y característica de los rayos catódicos es la de transformarse en rayos Röntgen en los puntos donde chocan. Pero de esto nos ocuparemos después.

Naturaleza de los rayos catódicos: Teoría de los electrones.—El inglés Crookes, á quien se debe en parte el descubrimiento de los rayos catódicos, supuso que éstos se hallaban formados por moléculas de un gas que bajo la influencia de las descargas eléctricas pasa á un estado de extraordinaria sutileza. Admitía, pues, además de los tres estados de la mate-

ria, sólido, líquido y gaseoso, un cuarto estado que denominó estado luminoso y en el cual los elementos que lo constituyen han adquirido gran movilidad.

Fundó su teoría en un sencillo é ingenioso experimento: frente al cátodo de un tubo colocó una ruedecilla en forma que fácilmente rodase por un carril de vidrio. Efectivamente, al chocar el haz catódico sobre la rueda, ésta comenzaba á girar.

Pero estudios posteriores más detenidos han demostrado lo erróneo de esta teoría, la cual ha sido sustituída por otra, la teoría de los electrones, más conforme con los hechos.

Según esta última, la materia está constituída por electrones, elementos mucho más pequeños que los átomos, á los cuales se los ha considerado hasta ahora como las partes más diminutas de la misma. Tan reducido es su tamaño, que un átomo de hidrógeno, cuerpo el más sutil que se conoce, es dos mil veces mayor que un electrón. Todos los electrones son iguales en su naturaleza y tamaño, y representan, por tanto, la primera materia con la cual se forman todos los cuerpos por variados que éstos sean. Es igual el electrón del platino que el del hidrógeno. Varios electrones reunidos forman el átomo. Las propiedades peculiares á cada cuerpo dependen del número y forma de agrupación de los electrones que entran á formar el átomo. Los electrones están cargados de electricidad, ya positiva, ya negativa. Dos electrones cargados de electricidad, positiva uno y negativa el otro, al formar el átomo se neutralizan éstas, de modo que el átomo no está electrizado, pero si por una causa cualquiera quedan en libertad, conservan la electridad en disposición de transmitirla, y entonces reciben el nombre de iones. El ion que por virtud de su carga negativa se dirige hacia el ánodo ó polo positivo, recibe el nombre de anión y, el de catión, á los grupos de electrones sobrantes del átomo disociado dotados de una carga eléctrica positiva excesiva (Dessauer, Leitfaden).

Conocidos el potencial eléctrico que actúa sobre el tubo en función, el poder magnético de un imán, y el grado de desviación que experimentan los rayos catódicos en presencia de este último, han podido deducir los investigadores el cálculo de

que los rayos catódicos se propagan con una velocidad de 200.000 kilometros por segundo.

Rayos Rontgen.—En todos los puntos donde chocan los rayos catódicos se originan unos nuevos rayos que se propagan en línea recta y en todas direcciones; son los rayos Rontgen ó rayos X.

Estos rayos, descubiertos por Rontgen en Wüzburg (1895), están representados probablemente, como los catódicos que los dan origen, por oscilaciones, pero en vez de ser oscilaciones continuas de índole electromagnética y de gran amplitud, exteriorizadas en forma de luz y calor, aquí se trata de impulsos disruptivos, bruscos, de muy pequeña amplitud y elevada energía. Su tan limitada amplitud y extraordinaria energía les permite atravesar todos los elementos (salvo raras excepciones) en razón inversa de su peso atómico y los cuerpos compuestos en razón inversa de su densidad y espesor.

Los rayos Rontgen son invisibles, siendo necesario para ponerlos de manifiesto aprovechar la propiedad que tienen de provocar la fluorescencia de ciertas sustancias como el sulfuro de zinc, el tungstato de calcio y el platinocianuro de bario. Una pantalla recubierta de cualquiera de estas sustancias aparece iluminada, haciéndose entonces visibles los rayos y posible el estudio de sus propiedades.

Sobre las sales de plata, (bromuro, yoduro y cloruro argénticos), ejercen el mismo efecto que la luz natural, cualidad que se aprovecha para impresionar las placas fotográficas.

Un cuerpo electrizado negativamente que recibe las radiaciones Rontgen, se descarga. El aire que lo rodea se ioniza y se hace conductor, perdiendo sus propiedades aisladoras.

Los rayos Rontgen ejercen una acción particular sobre los tejidos vivos, que después detallaremos.

Estos rayos no se reflejan ni refractan, sino que al atravesar los cuerpos experimentan una fuerte difusión.

Este fenómeno se verifica al atravesar los rayos todas las sustancias, lo mismo en la parte del organismo que se irradie, que en las paredes del tubo y que en todo lo que á éste le rodea, dando lugar á los rayos llamados secundarios. Se originan

estos rayos de una manera irregular, difusa, y son muy perjudiciales para la obtención de buenas imágenes.

Según Dessauer, en un tubo Rontgen ocurre lo siguiente:

1.º De todos los puntos del tubo atacados por los rayos catódicos salen rayos Rontgen que se propagan en todas direcciones y en línea recta.

2.º Una parte de estos rayos atraviesa los cuerpos, otra es absorbida, y la otra se transforma en rayos secundarios. La absorción que experimentan los rayos guarda relación casi siempre con el espesor de los medios atravesados.

3.º En ciertas sustancias, como el platinocianuro de bario, los rayos provocan fluorescencia y en las placas fotográficas efectos químicos análogos á los de la luz.

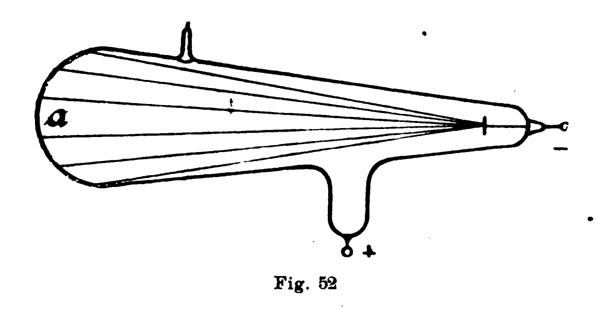


Fig. 52

4.º En todas las sustancias atravesadas por los rayos Rontgen se originan rayos secundarios dependientes de la naturaleza de aquéllas y del poder penetrante de éstos.

Proyección central y proyección paralela.—Como el método Rontgen tiene su fundamento en la proyección de sombras, conviene distinguir la proyección central de la proyección paralela. En la primera, se considera un punto como foco radiógeno, el cual emite rayos que marchan en dirección divergente. Un objeto colocado entre el foco luminoso, la luz de una bujía, por ejemplo, y un plano, proyectará una sombra sobre éste, que será mayor que el objeto, tanto mayor cuanto más próximo se halle al foco de luz y más distante del plano de proyección.

La proyección paralela tiene lugar cuando el foco de luz se

halla tan distante, como el Sol, por ejemplo, que sus rayos pueden considerarse paralelos. En este caso, la sombra proyectada del objeto no está agrandada.

Todos los puntos sobre los que inciden rayos catódicos son

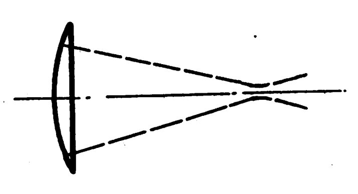


Fig. 53

orígenes de rayos Rontgen. Estos salen de una manera divergente, por consiguiente, solo obtenemos con estos una proyección central.

Si observamos la *fig. 52* veremos, que todos los puntos de las paredes del vidrio atacados por los rayos catódicos que sa-

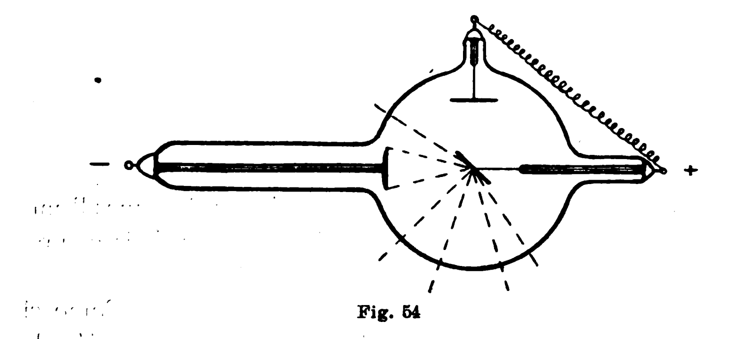


Fig. 54

len del polo negativo, son focos de rayos Rontgen, hacen de focos de proyección, y, siendo múltiples, darán lugar á sombras de bordes poco netos, difusos.

Es necesario, por tanto, reunir los rayos catódicos en forma de haz para que todos se encuentren en un solo punto y este sirva de foco radiógeno único. *(Figuras 53 y 54.)*

VIII

Tubos Rontgen

El punto de partida de los rayos catódicos es el polo negativo ó cátodo. Si á este se le da la forma de espejillo cóncavo *(fig. 53)*, los rayos catódicos se concentran en un punto, formando un cono cuya base es el espejillo y el vértice este punto. El haz catódico, que debe seguir la dirección del eje longitudinal del tubo, incide al nivel de su vértice ó punto de concentración, sobre un plano de platino que recibe el nombre de anticátodo, y que forma un ángulo de 45° con el eje del tubo. *(Fig. 54)*. De un punto de este plano, llamado punto de fusion ó focus, salen los rayos Rontgen en todas direcciones, fluoresciéndose la hemiesfera del tubo que está frente al plano anticatódico de un color verdoso característico.

Pero esta coloración verdosa no es provocada por los rayos Rontgen, sino por los catódicos que, al chocar en el anticátodo, no solo dan origen á los Rontgen, sino á otros catódicos también que salen en todas direcciones.

La corriente eléctrica debe atravesar el tubo siempre en el mismo sentido. Es decir, la corriente de apertura, que es la de mayor tensión, cruza el tubo desde el polo que sirve de ánodo al cátodo, mientras que la corriente de cierre debe ser detenida en el circuito, intercalando un tubo válvula en el

mismo en buen sentido. Si ocurriera lo contrario, se originarían rayos catódicos en el anticátodo y el ánodo auxiliar que al incidir sobre las diversas partes del tubo darían lugar á rayos Rontgen, y por consiguiente, se produciría una irrradiación irregular múltiple, toda vez que entonces no se forma haz catódico con su foco ni existe un plano de reflexión puntiforme como en el caso contrario. Los daños que se producen con la corriente invertida son considerables, según después veremos.

Para que la corriente marche en el sentido expresado se conectará el polo positivo del tubo, anticátodo, con el positivo de la bobina, y el negativo con el correspondiente de ésta.

Al chocar los rayos catódicos sobre el plano anticatódico, no sólo se producen rayos Rontgen sino que, además, el anti cátodo se calienta hasta adquirir el color rojo cereza y rojo blanco, pudiendo llegar á la fusión, por infusible que sea el metal; asimismo, el metal anticatódico sufre la pulverización, cuyas partículas se cargan de gas al enfriarse y se depositan en las paredes del tubo, al que prestan un color de mica, el vacío del mismo se acentúa de tal forma que con dificultad se producen rayos Rontgen y su resistencia crece al paso de la corriente. La pulverización del metal, es tanto mayor cuanto más se caliente el anticátodo.

Se comprende por lo expuesto, la necesidad que existe de construir el anticátodo en condiciones de que posea gran capacidad y gran conductibilidad para el calor, con el fin de que se favorezca la eliminación rápida del mismo. Con este objeto se construye el anticátodo con gruesas masas de metal, cobre ó hierro, ó bien de metal hueco cuyo fondo á manera de vaso, recibe agua como elemento refrigerante.

Según el eminente radiógrafo Friedrich Dessauer, de Frankfort, quien ha estudiado el tubo Rontgen y lo ha perfeccionado en forma que acaso nadie le supere, la cantidad de rayos Rontgen producidos por un tubo depende de la cantidad de gas contenida en éste. Como por otra parte, lo mismo los rayos catódicos que los Rontgen se producen dentro de los límites de un cierto vacío, si se quiere, pues, obtener gran rendimiento de

rayos Rontgen, el volumen del tubo debe ser también considerable, y así lo ha comprobado el referido autor.

Capacidad de penetración de los rayos Rontgen.—El poder penetrante de los rayos Rontgen aumenta con el mayor vacío del tubo, al propio tiempo que disminuye la cantidad de los referidos rayos.

Con la mayor penetración de los rayos Rontgen disminuye rápidamente su efecto químico y crece la producción de rayos secundarios.

Todos los rayos engendrados en un tubo al paso de la corriente eléctrica (Dessauer), no son igualmente penetrantes, sino que en un momento determinado se producen unos más penetrantes que otros, hecho que tiene su importancia para el detalle de las imágenes.

La fuerza de penetración de los rayos es un hecho de gran valor práctico en la radiografía, y muy singularmente en la radioscopia. Si utilizamos rayos muy penetrantes en un examen radioscópico del pecho, por ejemplo, no apreciaremos detalles de contraste, porque dichos rayos atraviesan lo mismo los tejidos blandos que los duros, desapareciendo las sombras. Cuando esto ocurre, se dice que los rayos son duros y asimismo los tubos que los producen.

Cuando, por el contrario, se observan fuertes contrastes y detalles finos de estructura entre unos órganos y otros, entonces los rayos son blandos, como los tubos que los engendran. En este caso, la escasa penetración de los rayos les permite atravesar solamente las partes más transparentes (tejidos blandos) apareciendo en sombra muy marcada las más opacas (huesos).

Si los rayos son excesivamente blandos, su corto alcance es tan limitado que no se forma imagen ninguna, el campo de observación aparece uniformemente oscuro; es que los rayos no atraviesan ningún órgano y, por consiguiente, no hay contraste.

Tubos blandos y duros.—El tubo blando está caracterizado porque contiene una gran cantidad (relativamente) de gas, ofrece muy escasa resistencia al paso de la corriente, es capaz de producir una gran cantidad de rayos Rontgen y son estos

de escaso poder penetrante; el efecto químico de los rayos es grande (peligro de quemadura) y la formación de rayos secundarios muy reducida.

Como el tubo blando ofrece escasa resistencia al paso de la corriente, se emplea en el circuito primario una intensidad mayor que si el tubo puesto en función es duro.

Conviene, en general, emplear siempre rayos blandos con tal que éstos tengan poder penetrante suficiente para atravesar la región que se explora con fin radioscópico ó radiográfico.

Los tubos duros se caracterizan porque constituyen una gran resistencia á la corriente eléctrica, la cantidad de rayos que emiten y sus efectos químicos son escasos, como ya hemos dicho, su poder de penetración es considerable, y abundante la formación de rayos secundarios.

En igualdad de circunstancias, naturalmente, se trabaja con menor intensidad de la corriente primaria cuando el tubo es duro.

Entre los tubos blandos y los duros existe un estado de mediana dureza; son los tubos medio blandos ó medio duros.

Todo tubo se endurece por el uso. La causa principal de este fenómeno es la pulverización metálica del tubo, ó metalización del tubo, que los rayos catódicos producen.

El metal pulverizado se deposita en las paredes del vidrio y absorbe, al enfriarse el tubo, el gas contenido en éste.

Se puede poner en libertad este gas absorbido por el metal pulverizado, calentando el tubo, pero bien pronto vuelve otra vez á endurecerse más con el uso, hasta que su resistencia es tal que se ilumina con gran dificultad, y los rayos son tan penetrantes que no sirven para recoger detalle en la imagen, quedando inútil para su servicio.

Otras veces, según hemos podido comprobar, si el tubo se ha perforado por cualquier causa (el agujero puede ser tan pequeño que no se puede apreciar ni con lente de aumento), el tubo adquiere un color violáceo característico (luz de Geissler) y, á los pocos momentos, inundado de aire, desaparece la coloración y la descarga es igual á la que se verifica en la atmósfera entre los polos de la bobina. Este accidente lo hemos

observado principalmente en los tubos duros, cuando, por tanto, la presión atmosférica que obra sobre el tubo es considerable. El origen de este fenómeno puede ser también el calentamiento extraordinario de un punto de las paredes del vidrio por rayos catódicos emanados del anticátodo, cuyo calor local resquebraja el vidrio y da entrada al aire.

Cuando el tubo se endurece hay que regenerarlo, es decir, hay que suministrarle una cierta cantidad de gas en su interior que lo ponga en mejores condiciones de servicio.

Según Dessauer, se deduce de las consideraciones expuestas anteriormente, respecto á la construcción de los aparatos, las conclusiones siguientes:

1.ª La corriente ha de tener suficiente tensión para vencer la resistencia del tubo.

2.ª La cantidad de rayos Rontgen depende de la intensidad (miliamperios) de la corriente que pasa por el tubo.

3.ª El sentido de la corriente debe ser siempre el mismo, con el fin de obtener una buena proyección central, es decir, que entre por el ánodo y salga por el cátodo del tubo.

Materiales de que están construídos los tubos.—El globo del tubo donde se ha practicado el vacío ó, mejor dicho, donde se encierra una pequeña cantidad de gas, es de vidrio verde fluorescente alemán, algunas veces también es de vidrio inglés, azul fluorescente, á base de plomo.

Como metales apropiados para la construcción de los electrodos se utilizan el platino, que tiene un coeficiente de dilatación igual al del vidrio, y el aluminio. Se ha adoptado la forma esférica del tubo porque resiste mejor la presión atmosférica, que es la de una atmósfera.

Partes principales que integran los tubos.—En un tubo se distinguen las partes principales siguientes: *(figuras 55, 56, 57* y *58* correspondientes á los tipos Radiología, Gundelach y Veifa I y II). El cuerpo del tubo, que tiene forma de esfera.

Un tubo adicional (cuello catódico) grueso, que contiene en su interior un espejo cóncavo conocido con el nombre de cátodo.

Un pequeño cierre exterior, constituído interiormente por aluminio en forma de lapicero, denominado ánodo auxiliar. El anticátodo, constituído por un cuerpo cilíndrico que entra oblicuamente en el cuerpo del tubo, ó por el eje principal del mismo, y termina en un plano oblicuo, cubierto por una lámina de platino. Exteriormente, el anticátodo suele estar unido por un alambre con el ánodo auxiliar.

Existe en los tubos un pequeño apéndice terminado en punta, que sirvió para extraer el aire y se halla cerrado á la lámpara. Suele estar protegido por un dedil de cauchú, por ser una parte muy débil y expuesta á romperse.

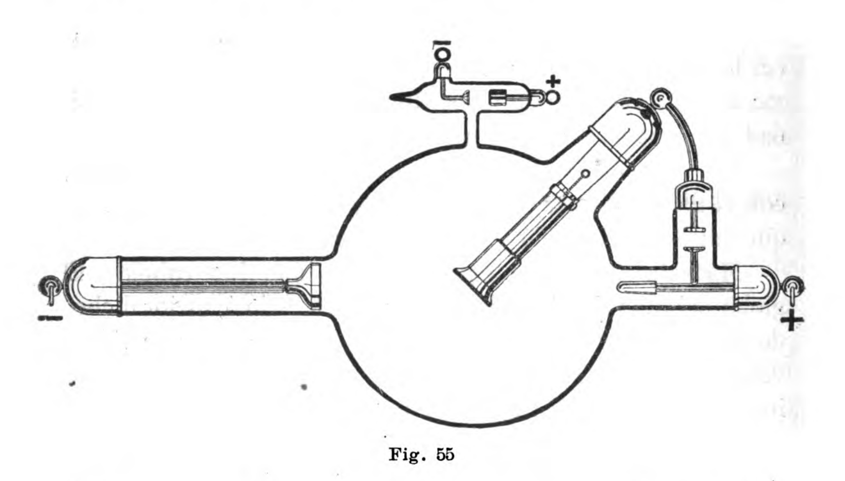


Fig. 55

El aparato de la regeneración está representado por un dispositivo determinado, mediante el cual se desprende gas interiormente con objeto de ablandarlo, ó de procurar la absorción de éste para endurecerlo. De esto último suelen carecer los tubos modernos, porque el endurecimiento del tubo supone acortar su vida y, por tanto, un mayor gasto de un material caro como es el de los tubos.

El metal de que está constituído el cátodo es de aluminio, por ser el único metal que en el vacío no se pulveriza.

Conviene que el platillo del cátodo se halle situado profundamente en el cuello catódico, pues de esta forma disminuye

la cantidad de rayos catódicos perjudiciales que toman origen en el borde del disco catódico. Pero como por otra parte la resistencia del tubo al paso de la corriente crece con esta circunstancia, se procura que el espejo catódico no sobresalga tampoco dentro de la cavidad del tubo, sino más bien un poco hacia adentro del cuello catódico.

El anticátodo presenta un plano oblicuo hacia el centro de la cavidad del tubo, frente al espejo catódico, y debe corresponder precisamente al punto en que el haz ó cono de rayos catódicos forman el foco *(fig. 54.)* De esta manera, el plano anticatódico recibe en un punto, punto de fusión, el haz de

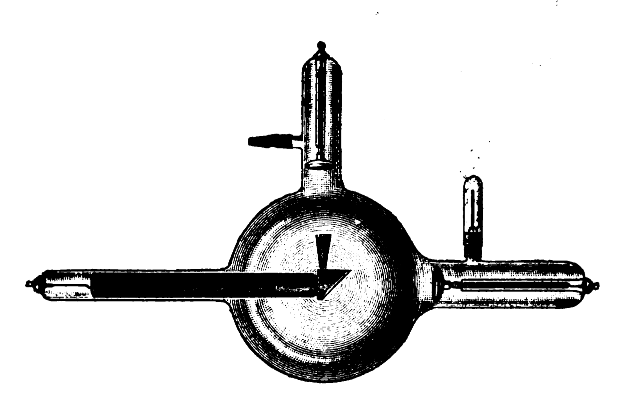


Fig. 56

rayos catódicos procedente del cátodo. Si estos no inciden de un modo puntiforme sobre el anticátodo, es decir, si el punto de fusión es amplio, las imágenes no son netas. Hay que tener presente que el foco del cono catódico varía con el grado de dureza del tubo; se forma delante cuando el tubo está muy blando, en el plano anticatódico cuando está blando, y detrás cuando está muy duro. En el caso último, debe ser esta una de las razones por qué con tubos duros las imágenes no se obtienen con la nitidez deseada. Cuando el punto de fusión es muy limitado y aparece como un punto en ignición, entonces puede decirse que el tubo está en buenas condiciones para

formar imágenes bien distintas. Si por defectuosa construcción del tubo se desvía del anticátodo el punto de fusión, veremos fundirse en breves momentos las sustancias sobre las que incide el haz catódico, como el vidrio ó cualquier pieza metálica del tubo que no sea platino.

El ánodo auxiliar, formado también por aluminio, ha cumplido su cometido al ser fabricado el tubo. Mientras la corriente atraviesa el tubo y se efectúa el vacío, (durante la

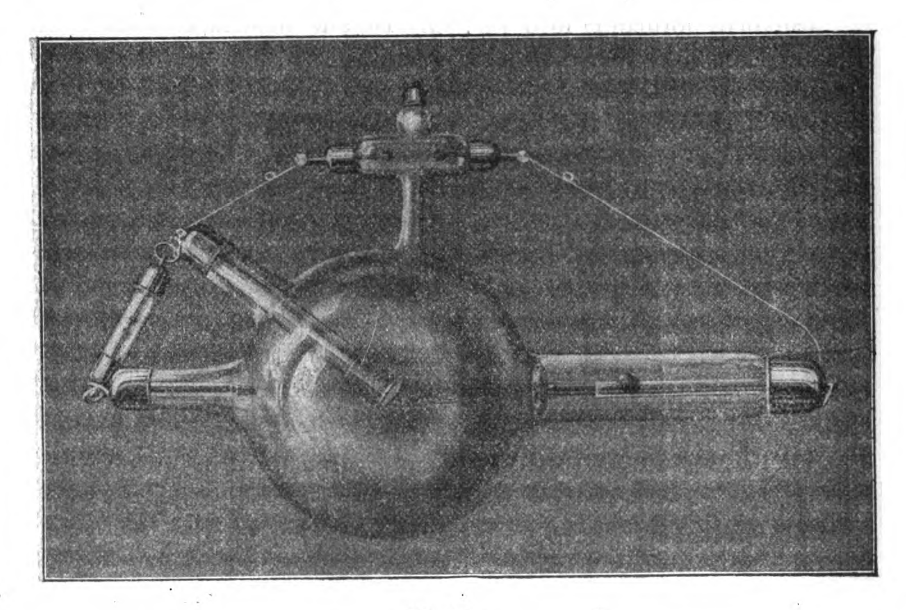


Fig. 57

fabricación), se utiliza el ánodo auxiliar como polo en vez del anticátodo, pues si se procediese en sentido contrario, esta última parte se pulverizaría.

Es conveniente que el ánodo auxiliar no sobresalga en la cavidad del tubo y que no sea de gran superficie; porque de otro modo se hace sensible el tubo á la inducción de cierre, siendo entonces asiento de rayos catódicos que se manifiestan en las paredes del tubo por manchas irregulares que reflejan la forma del cuerpo donde toman origen.

Manera de determinar las condiciones del Focus.— Focómetro.—Para determinar si el punto de fusión ofrece buenas ó malas condiciones para la irradiación y, por tanto, si la proyección que el tubo forme es ó no precisa, inventó Valter un aparato que lo tituló con el nombre de *focómetro.*

Consta este instrumento de seis alambritos de distinto espesor colocados unos al lado de los otros frente al anticátodo, A la mayor distancia de ellos se encuentra una pantalla fluo-

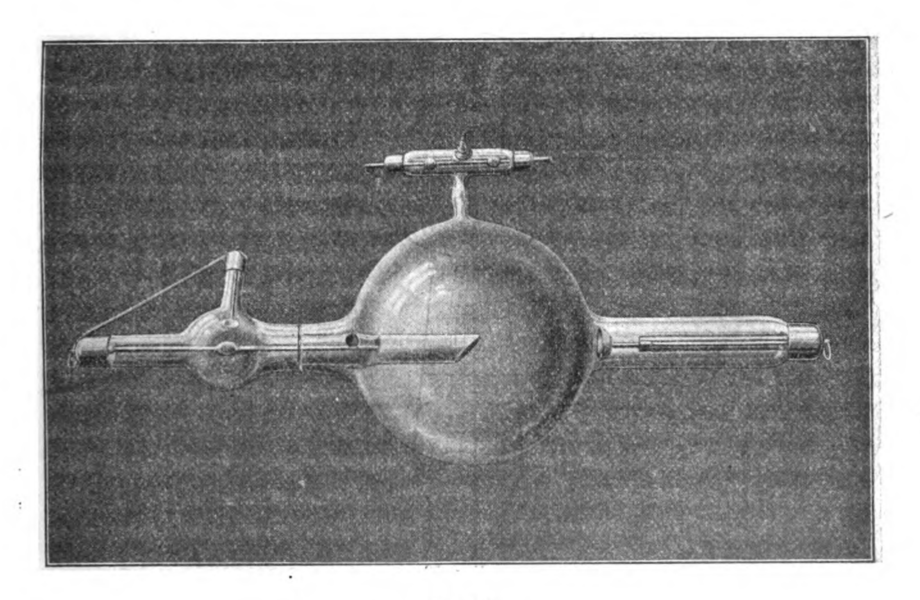


Fig. 58

roscópica sobre la cual se proyecta la sombra de los mismos. Cuando el centro de proyección es limitado, se distinguen también los alambres delgados, y los gruesos solamente cuando el punto de fusión es amplio. Si el tubo proyecta con gran precisión, se dibuja la sombra de los seis alambrès, y solo de dos ó uno, si el tubo proyecta mal la irradiación.

Con tubos duros los alambres delgados no proyectan sombra, pues los rayos Rontgen los traspasan.

El focómetro de Dessauer está fundado en que los tubos

que proyectan mal dibujan el perfil de los objetos con precisión cuando están situados cerca del plano de proyección, (placa, pantalla fluoroscópica), siendo la imagen tanto más imprecisa cuanto mayor sea la distancia del objeto al plano y más cerca, por tanto, esté del tubo. Cuanto mejor sea la proyección central del tubo, dará imágenes más precisas de los alambres á partir del que está más próximo á la pantalla al que se halle más lejos. La mejor proyección será cuando todos los

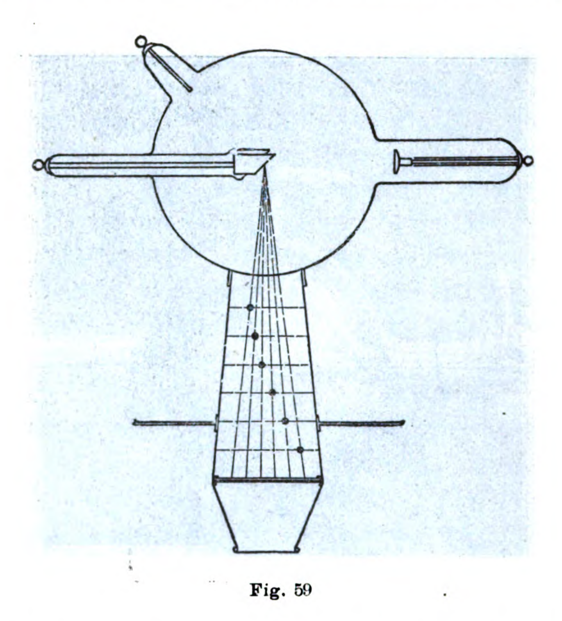


Fig. 59

alambres den sombras bien limitadas, y el tubo será bueno. Malo, si solo proyecta buena imagen del alambre más próximo á la pantalla, y mediano si de los dos ó tres siguientes.

La *fig. 59* responde á este principio. Seis alambres de suficiente espesor é iguales entre si se hallan á diferentes distancias del anticátodo y, por tanto, del plano de proyección.

Anticátodos de gran capacidad y conductibilidad caloríficas.—Desde hace pocos años se ha aumentado notablemente la descarga eléctrica sobre el tubo, y con ello se impuso la necesidad de reforzar en igual proporción el anticátodo,

construyendo éste de un metal como el cobre, que posee gran capacidad y conductibilidad caloríficas. Como los rayos catódicos se transforman en calor al incidir sobre el plano anticatódico, con la mayor descarga de aquellos la temperatura en este se eleva rápidamente. Precisa, por tanto, que el anticátodo acumule y conduzca también rápidamente la gran cantidad de calor que en él se desarrolla. El anticátodo, pues, se construye con gruesas masas de cobre, ó de hierro, que también almacena mucho el calor, ó se le adopta una disposición de tubo hueco abierto por su extremo exterior, el cual se llena de agua como medio refrigerante.

Pero además, como ni el cobre ni el hierro pueden recibir sin fundirse la descarga catódica, se utiliza el platino en forma de una lámina que cubre á aquellos para recibir la referida descarga. El platino se usa, no solamente por ser el metal menos fusible, sino también, porque dado su elevado peso específico, la cantidad de rayos Rontgen que en el mismo se origina es mucho mayor, pues ésta guarda relación con la densidad del metal que con dicho objeto se emplee.

Metalización de los tubos.—Por el uso y más singularmente por la inducción de cierre, el metal del anticátodo se pulveriza. Las partículas metálicas se depositan sobre las paredes del tubo y absorben el gas contenido en el mismo, por lo cual aquél se endurece. Por otra parte, dichas partículas favorecen la producción de descargas electroestáticas entre las paredes del tubo y el anticátodo, que alteran la regularidad de la descarga catódica. Para evitar, en parte, este fenómeno se une por medio de un alambre el anticátodo con el ánodo auxiliar. De esta forma, la carga negativa que el anticátodo recibe del flujo catódico, se neutraliza con la positiva procedente del polo opuesto.

Para evitar la metalización del tubo por supresión de la inducción de cierre, están provistos ciertos tubos como el Radiologia, el Veifa y algún otro, de un dispositivo entre el ánodo y el catódo en forma de dos platillos afrontados á pequeña distancia uno del otro.

Respiración de los tubos.—Lo expuesto más arriba explica un fenómeno que ocurre en los tubos y que Dessauer lo

ha comparado con el de la respiración. En efecto, se observa muchas veces que el tubo, sobre todo con las fuertes descargas se ablanda, y otras por el contrario, se endurece.

Si al fabricarse un tubo se hiciese el vacío necesario para su función, á la media hora estaría ya lleno de aire, porque se pondría en libertad el que contienen las paredes interiormente y, más aún, el que encierran los espacios microscópicos de la superficie del metal. Para enrarecer este aire, se calienta el tubo con un mechero de gas durante todo el proceso de fabricación y, al mismo tiempo, se hace pasar una corriente inducida á través del tubo por los electrodos de aluminio primero, y por el anticátodo cuando se ha realizado el vacío deseado (que es cuando hay menos peligro de que el metal se pulverice). En tales condiciones, se calientan considerablemente las partes metálicas hasta la incandescencia y respiran gas. Al enfriarse, por el contrario, tienden los tubos á absorber el aire, endureciéndose.

El grado de enrarecimiento del gas y la cantidad del metal del tubo, influyen mucho en la conducta ulterior del mismo.

Cuanto mayor haya sido el enrarecimiento del gas (calentamiento y vacío), tanto más tiende el tubo á inspirar gas. Estos tubos requieren cargas intensas, pues con las débiles se endurecen muy rápidamente durante su uso.

En los tubos en uso, obsérvase que con el calentamiento del mismo, las paredes del vidrio y las masas de metal del anticátodo dejan en libertad cierta cantidad de gas que antes habían absorbido. Al enfriarse el tubo tiende á endurecerse porque entonces dichas partes del mismo han absorbido gas del que existía en su interior. Puede decirse que el tubo inspira y expira gas, á consecuencia de lo cual se endurece y ablanda respectivamente. Por esto, y nosotros lo hemos comprobado, conviene observar al principio atentamente el tubo en función, para ver si tiene tendencia á endurecerse ó ablandarse, procurando siempre que la descarga se ajuste á la buena marcha del tubo.

Como en el endurecimiento de los tubos influye tanto la inducción de cierre, el articátodo de algunos de ellos se halla envuelto por un tubo de vidrio que actúa de capa aisladora y pre-

ventiva para la inducción de cierre, porque los tubos dotados de gran superficie libre de metal son muy propensos á la misma.

Manera de medir la dureza de los tubos.—Para determinar el poder penetrante de los rayos Rontgen emanados de un tubo, inventó Benoist una escala de dureza que está fundada en lo siguiente *(fig. 60)*: tomó como término de comparación una lámina delgada de plata que se deja fácilmente atravesar por los rayos duros y blandos. Al lado de esta lámina colocó una escala de aluminio que aumenta de espesor en forma escalonada desde uno hasta doce milímetros. Según es el espesor de cada peldaño de aluminio, así se deja atravesar por rayos blandos ó duros, sirviendo siempre la lámina de plata como término de comparación. Si los rayos son blandos, el primero ó segundo escalón dará una sombra igual á la de la lámina de plata, y diremos que el grado de dureza de los rayos es de uno ó de dos Benoist. Si los rayos son duros, aparecerán los primeros escalones más claros que la lámina de plata, pero hallaremos uno de los peldaños más gruesos cuya sombra igualará á la de la plata, y entonces diremos que los rayos tienen una dureza de nueve ó diez Benoist, por ejemplo, según sea el número que leamos en la numeración que acompaña al aparato que está representado en la *fig. 60*, y cuya modificación ha sido impresa por Dessauer.

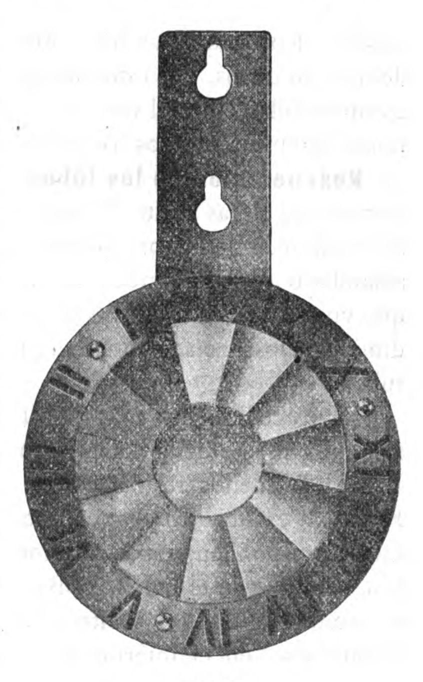


Fig. 60

En el mismo principio está fundado el radiocromómetro de

Vehnelt y la escala de dureza de Valter. En el primero se ha sustituído la escala por una cuña de aluminio y comprende hasta 14 unidades. La de Valter sólo comprende seis unidades, y 12 la de Benoist.

En la práctica, si nos atenemos á la escala Benoist, hay que reconocer que con seis unidades bastan para todas las necesidades. Hemos observado que los tubos con dureza uno, dos y tres son demasiado blandos, y que cuando pasan del nueve son demasiado duros. Por esto juzgamos, que con cinco unidades comprendidas entre el tres y el ocho, á lo sumo el nueve, Benoist, bastan para todos los usos de la práctica.

Regeneración de los tubos.—Como por el uso se agota lentamente el gas contenido en la cavidad del tubo dando lugar á su endurecimiento, precisa procurar su regeneración, es decir, ablandarlo suministrándole la cantidad de gas necesaria para que vuelva á ser útil á los fines radiológicos. Son varios procedimientos los que se han empleado para la regeneración de los tubos.

El procedimiento más primitivo consistía en calentar el tubo por medio de la llama del alcohol. El medio que emplea Villard da buenos resultados. En un tubito adicional del tubo Rontgen, existe otro pequeño de paladio *(fig. 56)* cuyos extremos corresponden, uno al interior y el otro al exterior del tubo. Calentando con el mechero Bunsen ó la llama del alcohol el extremo de afuera, el tubito de paladio desprende, sobre todo al enfriarse, en el interior del tubo, cierta cantidad de hidrógeno, pues dicho metal goza de la propiedad de absorber de la llama dicho gas, como ningún otro cuerpo.

Se utiliza también la propiedad que tiene la mica de desprender gas cuando se la calienta, pero en vez del calor se emplea el paso de la corriente eléctrica. Basta para ello unir el tubito auxiliar que contiene la mica y está lateralmente situado en la ampolla Rontgen, por medio de dos alambres que establecen contacto entre el aparato de regeneración y el ánodo de la ampolla uno (véase *fig. 57),* y el otro se acerca más ó menos al cátodo de la misma hasta que salten chispas; si se pone en contacto directo, entonces pasa toda la corriente por los alam-

bres y por el aparato de regeneración, y ésta es muy rápida. Para facilitar esta operación, los alambres son giratorios por el extremo que los sujeta al aparato de regeneración. Al principio se opera con una carga reducida, al mismo tiempo que se aproxima el extremo del alambre hacia el cátodo, hasta que se verifica la descarga, y una vez que el otro alambre está en contacto con el ánodo de la ampolla. Terminada la operación, se separan los extremos de los alambres lo suficiente para que la descarga se efectúe solamente dentro del tubo.

En los tubos que poseen este medio de regeneración, se conoce que la misma ha terminado en que aparece una coloración cenicienta, se iluminan fácilmente, sin oscilaciones de la luz, hecho que se explica por que al producirse el gas en el interior del tubo, disminuye su resistencia á tal punto que la corriente pasa con más facilidad á través de él que por el aparato de regeneración. Mientras el tubo se mantiene duro, la corriente pasa por los alambres y el aparato regenerador, verificándose la descarga entre el alambre y el cátodo, en tanto que el tubo apenas se ilumina. Si no basta la descarga empleada, se va aumentando gradualmente su intensidad hasta lograr su regeneración.

Debe tenerse presente que la regeneración de los tubos es una operación delicada y que mal efectuada puede inutilizar fácilmente un tubo. Por esto repetimos que se debe empezar por una descarga muy tenue, para aumentarla solamente en caso necesario. Una descarga violenta puede romper el tubo. Antes de proceder al ablandamiento del tubo, se le pasará con cuidado un trapo seco para limpiarlo del polvo y de la humedad. Nunca se practicará la regeneración del tubo durante la obtención de una radiografía, medida que está fundada en la variación que experimenta el foco catódico mientras aquella se efectúa, con perjuicio de la bondad de la imagen radiográfica.

La Casa Radiología, de Berlín, utiliza el carbonato de cal como sustancia regeneradora. Se sirve de un dispositivo de regeneración *(fig. 55)*, situado al lado de la ampolla y provisto de platillos que constituyen dos polos, entre los cuales se verifica la descarga con desprendimiento del gas bajo la influencia de los rayos catódidos que entre los mismos se producen.

La Casa Veifa, de Frankfort, emplea una sustancia especial para la regeneración que, según han probado nuestros trabajos, encierra una gran capacidad para el gas. En estos tubos Veifa, la regeneración es rápida y, sobre todo, la reserva de gas mayor que en los demás tubos que llevamos ensayados.

El endurecimiento de los tubos es una operación que antes se practicaba con frecuencia. Actualmente ha caído en desuso, y prueba de ello es que los modernos tubos carecen del dispositivo para el mismo. Esto se explica porque un tubo duro no proyecta buenas imágenes. Además, como la vida de un tubo depende de la cantidad de gas que contiene en libertad y en reserva, si para endurecerlo tenemos que sustraerle rápidamente cierta cantidad de él, le acortaremos la vida sin ventajas técnicas positivas ni mucho menos económicas, sino todo lo contrario. En sustitución de los tubos duros se emplean tubos medio blandos pero con grandes intensidades. Es decir, que cada día se tiende á trabajar con grandes intensidades en tubos blandos ó medio blandos, en vez de elevadas tensiones con tubos duros, como hasta aquí se hacía. Los tubos duros se forman con el uso poco á poco y no debe acelerarse este proceso.

No debe esperarse á que el tubo se endurezca demasiado para proceder á su regeneración, porque á veces el tubo no responde ó responde mal, y no se regenera. El tubo nuevo tarda bastante, relativamente, en llegar á endurecerse, pero regenerado una vez, su endurecimiento entonces es rápido. Conviene hacer pocas pero bien pronunciadas regeneraciones. Es decir, que no se debe repetir muchas veces la operación, sino las precisas, pero profundas. Según Villard, no debe usarse un tubo regenerado hasta una hora después de efectuada su regeneración.

El radiógrafo debe disponer de varios tubos; unos blandos, del (3-4 Benoist) 3 al 5 de la escala Vehnelt, por ejemplo, otros del (5-6 B) 6 al 8, semiblandos, y alguno con dureza (7-8 B) 9. De una dureza mayor no se usan, salvo algún caso raro de extraordinario espesor.

Los tubos blandos, del 3 al 5 (Venhelt), se usan para obte-

ner detalles de estructura en regiones como la mano, pié, codo, antebrazo y brazo. Los semiblandos, para rodilla, pecho, hombro y aun pelvis. El tubo duro, de más del 9 (Vehnelt), vale más no usarlo.

Se conoce si un tubo está ó no muy usado, examinando sus paredes, que con el mucho y el mal uso adquiere una coloración negruzca debida al desprendimiento del manganeso del vidrio por la influencia de los rayos X. También aparece en la concavidad del cátodo una mancha negruzca más ó menos extensa según el trabajo que haya realizado el tubo. No carece de importancia este detalle, porque un tubo muy usado puede estar blando por haber sido regenerado, y, sin embargo, tiene escaso valor.

El valor de un tubo en radiografía está representado por dos condiciones fundamentales y son: que el focus sea muy limitado, puntiforme, para que proyecte imágenes netas, y que goce de gran capacidad para la regeneración. Según nos ha enseñado la experiencia, los tubos que llenan mejor ambas condiciones son los tubos Veifa, entre los varios tipos con que hemos trabajado. Desde el punto de vista de la vida de los tubos son preferibles los tubos grandes, porque á su mayor tamaño corresponde una vida más larga. Pero son más caros.

Para la mejor conservación de los tubos en función conviene que las interrupciones del interruptor sean lentas, que el tubo se ilumine de una manera intermitente aunque con grandes intensidades, y bajo la tensión precisa para su mejor funcionamiento.

Precauciones que deben tenerse presentes en el tratamiento de los tubos.—Dessauer las resume en las reglas siguientes:

1.ª La dureza de los tubos se determina con el aparato de medida (radiocromómetros de Benoist, Valter, Vehnelt), para hacer de ellos el uso más acertado y conveniente.

2.ª Los tubos blandos y semiblandos son sensibles á la inducción de cierre por su escasa resistencia. El impulso inverso se pone de manifiesto mediante el aparato denominado ondoscopio (Glimmrohr).

3.ª Los recursos más importantes para disminuir la inducción de cierre, son: *a,* reducción de la tensión secundaria (longitud de chispa) por aumento del número de vueltas del primario; *b,* prolongando el tiempo en las interrupciones, esto es, disminuyendo el número de interrupciones; *c,* por medio de uno de los aparatos construidos *ad hoc.*

4.ª Los tubos deben limpiarse y secarse cuidadosamente del polvo y de la humedad antes de usarlos. No deben usarse si están fríos. La humedad y el polvo los deteriora fácilmente.

5.ª Los tubos son muy sensibles á las altas tensiones. Si el inductor dispone de tensión secundaria regulable (acoplamiento de Valter), se elegirá la tensión tan baja como lo permita el grado de dureza del tubo.

6.ª Los tubos con anticátodo robusto de cobre son apropiados para descargas intensas y de corta duración, pero no para descargas moderadas y duraderas. Para este caso último se emplean tubos de gran capacidad, ó mejor aún, provistos de dispositivos para conducir el calor hacia fuera.

7.ª Un tubo abundante en metal *respira* más que si posee poco, es decir, que bajo descargas fuertes desprende gas y al enfriarse lo absorbe. Proporcionando al tubo la carga precisa (ni muy débil ni muy fuerte) su vida se alarga.

8.ª Si un tubo no usado tiende á endurecerse rápidamente cuando trabaja, se le procurará una descarga fuerte; si tiende á ablandarse, se le reducirá la descarga.

9.ª Ningún anticátodo soporta fácilmente la temperatura al rojo.

Inconvenientes de la inducción de cierre.—La chispa de cierre ofrece muchos é importantes inconvenientes para el tubo y para la calidad de las imágenes. Por la inducción de cierre se producen rayos Rontgen irregulares en diferentes puntos del tubo que dan una imagen borrosa; se metaliza el tubo, se endurece y acorta su vida.

La inducción de cierre se produce más fácilmente trabajando con interruptor electrolítico, bajo un potencial de 110 y más voltios, con bobina de gran longitud de chispa ó con gran número de vueltas en el secundario ó escaso número en el pri-

mario. Por lo expuesto se comprende la necesidad de emplear medios que supriman ó atenúen la producción de la inducción de cierre.

La inducción de cierre se manifiesta en el tubo por manchas fluorescentes que oscilan y se proyectan en las paredes del mismo, reproduciendo con más ó menos fidelidad la forma del ánodo y el anticátodo. Un tubo que funciona con chispa de cierre se ilumina con irregularidad y cierta intermitencia, lo cual no se debe confundir con ciertos fenómenos de fluorescencia que se presentan en los tubos duros y bastante usados, y que tienen su origen en las descargas eléctroestáticas que se verifican en su interior.

Cuando el tubo funciona con normalidad, sin inducción de cierre, se observa una hemiesfera de iluminación verde, intensa, característica, limitada exactamente por el plano corres-

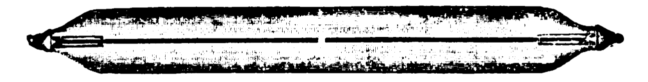


Fig. 61

pondiente al anticátodo. La otra otra mitad del tubo apenas se ilumina y ofrece análogo aspecto, pero de uniforme obscuridad.

Si por un descuido del operador el tubo está mal conectado con los polos de la bobina, ó, lo que es lo mismo, que las conexiones están invertidas, entonces aparece con un aspecto de irregular iluminación que es análogo, pero mucho más pronunciado, al del tubo que trabaja con chispa de cierre.

Para precisar si existe corriente de cierre y en qué cantidad, existe un aparato titulado ondoscopio (Glimmrohr), *fig. 61*, y consiste en un tubo donde se ha efectuado un pequeño vacío, el suficiente para que en él se produzca luz catódica. De uno á otro extremo del tubo se extienden dos alambres cuyos extremos centrales se afrontan sin tocarse. Si pasan las dos corrientes, de cierre y apertura, los dos extremos hacen alternativa-

mente de cátodos y aparece una luz en el centro del tubo que se extiende á derecha é izquierda de los mismos. Si no hay corriente de cierre, la luz, que es violácea, solo aparece á un lado.

Tubos válvulas.—Para suprimir ó reducir la descarga de cierre se emplean los tubos válvulas. El fundamento de este

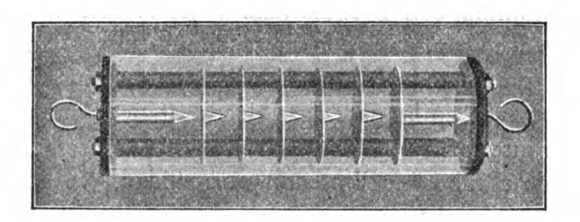


Fig 62

aparato se encuentra en el hecho de que la electricidad pasa más fácilmente de un electrodo terminado en punta á otro

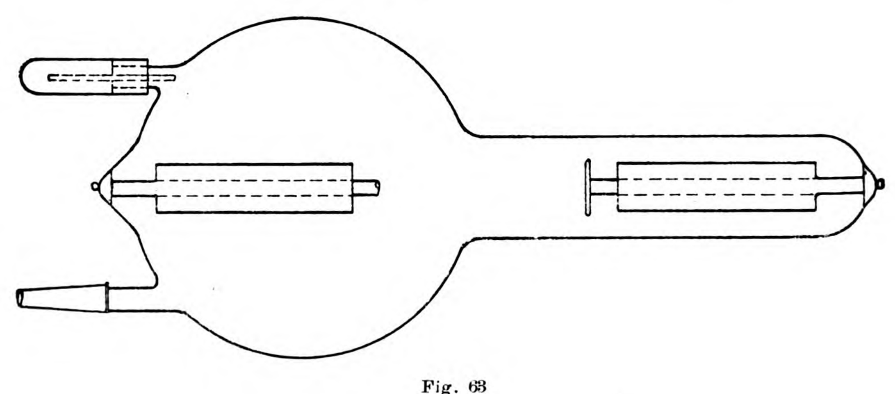


Fig. 63

situado en frente en forma de disco, que en sentido inverso, ó sea del disco á la punta.

El tubo válvula más sencillo, cuya construcción se basa en el principio expuesto, es el de Dessauer, *fig. 62*. En vez de un electrodo terminado en punta y un disco, se montan en serie

varios de ellos para obtener el efecto más seguro de la supresión ó reducción de la descarga de cierre.

El primer tubo válvula que se construyó fué el de Chabaud, *fig. 63*. Consta de un electrodo que hace de cátodo y se halla libre en la cavidad del tubo y de otro que se encuentra en el interior del cuello de éste. Se sabe que la corriente sale más fácilmente del cátodo cuando éste se halla libre en la cavidad del tubo.

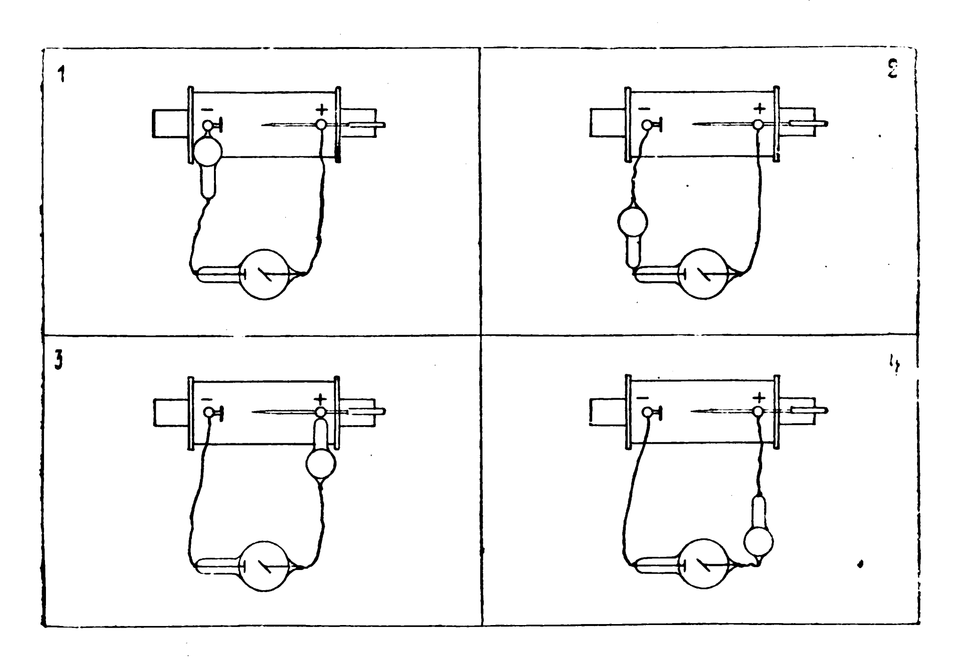


Fig. 64

La manera de conectar el tubo válvula está representada en la *fig. 64*.

Los tubos válvulas alargan la vida de los tubos Rontgen, pero á expensas de su desgaste ó deterioro, que es tanto mayor cuanto más elevada sea la tensión eléctrica con que se trabaje. Con inducción de cierre moderada, un tubo válvula tiene una vida equivalente á la de 2 ó 3 tubos Rontgen.

La *fig. 65* representa el tubo válvula de Gundelach, construído sobre el mismo principio arriba indicado. En este mode-

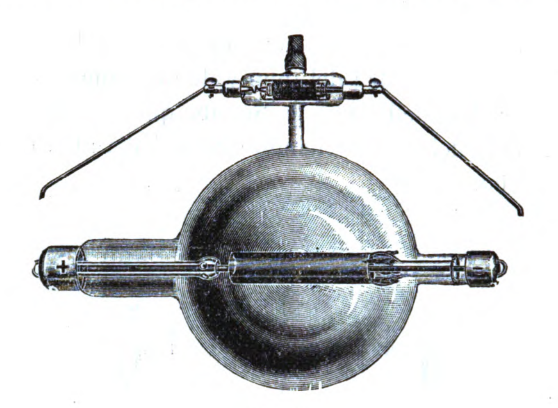


Fig. 65

lo, como en el de Chabaud, se ha practicado un pequeño vacío que con el uso se va acentuando, hasta que se hace necesario ablandarlo en la forma que se ablanda un tubo Rontgen.

IX

Resumen de una instalación Rontgen.

Para facilitar el estudio de la manera de montar los aparatos Rontgen; daremos á conocer los dos esquemas adjuntos; *figuras 66 y 67.*

El primer esquema representa una instalación con interruptor de martillo. En él podrá el lector darse cuenta de la marcha de la corriente que, á partir de la red industrial (corriente primaria), atraviesa el fusible representado en la figura por dos pequeños rectángulos con diagonales, cruza la llave (Ausschalter), encuentra después el interruptor (á la derecha), el amperímetro y un reostato montados en serie (á la izquierda) y el carrete primario de la bobina, en el cual se crea el campo de inducción magnética que actúa sobre el carrete secundario, en cuyos extremos se verifica la descarga sobre el tubo Rontgen. Se observa, además, que del circuito primario salen en derivación dos conductores que cierran un circuito provisto de fusibles (Sicherung) con una lámpara intercalada, y en derivación de este último circuito se halla el voltímetro.

El segundo esquema corresponde á una instalación provista de un interruptor de mercurio y otro electrolítico. Ambos interruptores se encuentran al lado izquierdo de la *fig. 67.*

De la corriente de la red (Netz) salen en derivación inmediatamente por debajo de los fusibles, representados por los

rectángulos, dos conductores que forman circuito para el motor del interruptor de mercurio situado á la izquierda, en cuyo circuito se encuentra una llave monopolar para la puesta en marcha del motor, y una resistencia para regular el número de

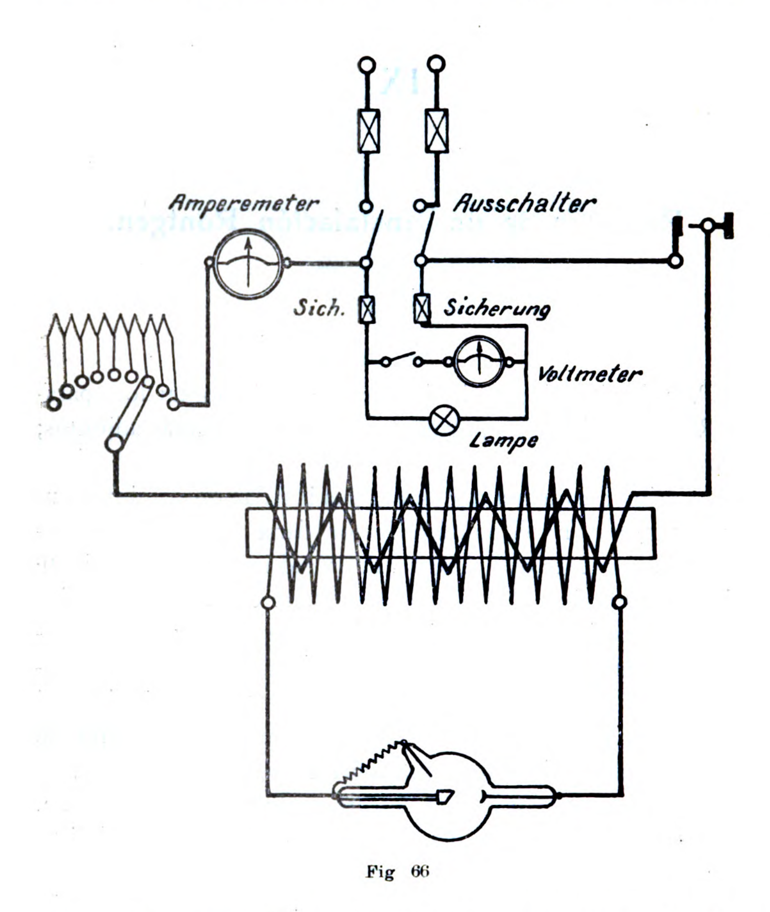


Fig 66

vueltas del mismo. Frente á los fusibles se encuentra la llave bipolar para cerrar ó abrir la corriente primaria, como en el esquema anterior, la cual es conducida á través del amperímetro, situado á la izquierda, al cuerpo del interruptor de mercurio. Al paso de la misma corriente se halla el interruptor electrolítico con su ánodo (punta de platino) por donde entra la

corriente y su cátodo (lámina de plomo) por donde sale. El condensador del interruptor de mercurio, que no figura en este esquema, se conectaría uniendo por dos conductores los dos polos de aquél á uno y otro lado del punto del circuito prima-

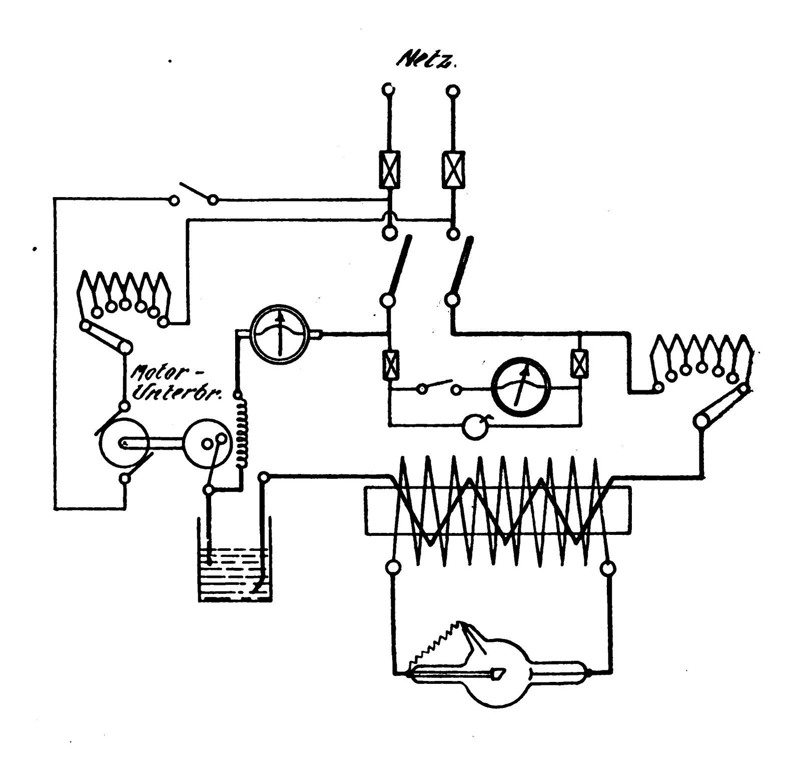


Fig. 67

rio donde se verifica la interrupción, es decir, á uno y otro lado del interruptor.

En el caso expuesto se supone que el voltaje de la red es el correspondiente al que necesitan los aparatos, y que la corriente es continua. Pero esto, que es lo más sencillo, desgraciadamente no es lo más frecuente.

Si el potencial de la red es, por ejemplo, de 200 voltios, y los aparatos están construídos para 110, hay que reducir el potencial al que exigen los aparatos, tanto más cuanto que no es conveniente trabajar con tensión mayor de 150 voltios. Con este fin se usan las resistencias derivadas, que ya oportunamente dimos á conocer, si la reducción de tensión es pequeña, y los transformadores si la diferencia entre la tensión de la red y la que necesitamos utilizar es muy considerable.

Cuando la corriente es alterna, hay necesidad de transformarla en continua mediante un convertidor rotativo ó un elec-

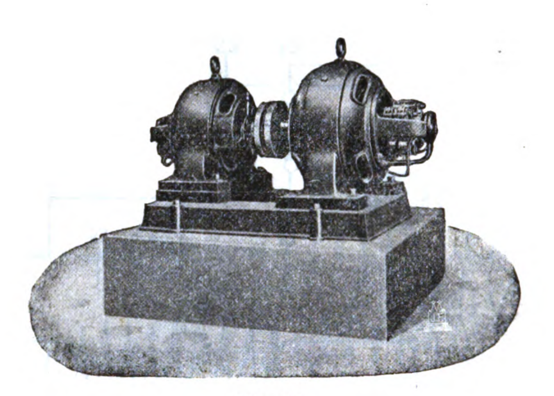


Fig. 68

trolítico. Siempre será preferible el rotativo que, aunque más caro, brinda ventajas incalculables respecto del electrolítico. El primero consiste en un motor eléctrico, puesto en movimiento por la corriente alterna, acoplado á una dinamo que engendra la corriente continua que alimenta los aparatos Rontgen. *(Fig. 68.)*

Claro está que el convertidor es indispensable para el tipo clásico de aparatos Rontgen, de bobina é interruptor. Como ya hemos dicho, pueden montarse los aparatos que modernamente se construyen sobre corriente alterna directa.

Para poner en función los aparatos se tendrá muy presente siempre el cerrar el circuito con toda la resistencia inter-

puesta, y se interrumpirá la corriente también en iguales condiciones.

Si se trabaja con interruptor de mercurio, se pondrá primero en movimiento el motor de este aparato mediante la llave correspondiente, y seguidamente se cerrará la corriente primaria, graduando después la descarga con el reostato del motor del interruptor para variar el número de interrupciones, y con el de la corriente primaria, que deja pasar á la bobina una intensidad eléctrica mayor ó menor.

Con el interruptor eléctrico no hay más que cerrar y abrir el circuito con la resistencia intercalada.

Es perjudicial y aun peligroso para los aparatos, cerrar y abrir el circuito sin interponer previamente la resistencia.

PARTE SEGUNDA

I

Idea general del método Rontgen como medio de diagnóstico.

El método Rontgen, como medio de diagnóstico, está fundado en las tres propiedades fundamentales de que gozan los rayos del mismo nombre, y son: la de atravesar los cuerpos en razón inversa de su densidad; provocar la fluorescencia de ciertas sustancias como el platinocianuro de bario, por ejemplo, é impresionar las placas fotográficas. De estas tres propiedades, la primera es la más importante y la que más caracteriza á estos singulares rayos.

Por virtud de la facultad penetrante de los mismos, resultan transparentes multitud de cuerpos que hasta el descubrimiento de aquellos se han considerado opacos.

Si entre la vista del observador y el foco radiógeno (Tubo Rontgen), colocamos una parte de nuestro organismo y una pantalla florescente aplicada á ésta, aquél percibirá sobre la pantalla la sombra proyectada por la luz Rontgen, de la región observada. Como los tejidos del organismo tienen distinta den-

sidad, serán atravesados por los rayos con más ó menos facilidad, ó en otros términos, unos tejidos serán más transparentes que otros. Se apreciarán matices de distintas sombras correspondientes á la densidad de cada uno de los tejidos.

Si se trata, por ejemplo, de la región del pie, observaremos que el tejido adiposo es el que aparece más claro ó transparente, se obscurece un poco más la sombra al nivel de la piel, le siguen á ésta los músculos y los tendones, y por último, los huesos, que son entre los tejidos sanos los de mayor densidad, y su imagen, por tanto, aparece la más obscura. Es, pues, un problema de contrastes, y todo lo que altere la densidad de unos órganos ó tejidos respecto de los otros, cae dentro del examen por el método Rontgen. Siguiendo este camino de la diferenciación de espesores en proyección de sombras, se llega hasta determinar detalles de estructura de los tejidos, normales ó patológicos, siendo el ideal del radiógrafo obtener la mayor delicadeza en la constitución íntima de los mismos.

Como los procesos patológicos alteran muchas veces la densidad de los órganos y tejidos, esta circunstancia constituye un fundamento para que el radiógrafo aprecie muchas lesiones que al clínico, á veces, no le es dado descubrir. Contra este ideal que el radiógrafo persigue de descubrir los más finos detalles de estructura, se opone una dificultad, y es la presencia de rayos secundarios. Estos actúan borrando más ó menos la imagen con pérdida de su estructura, y crece su producción con el espesor de la región que se trata de impresionar. Es el problema principal con el que hay que luchar en la técnica Rontgen.

Cuando la imagen que se recibe es obtenida sobre una pantalla fluorescente, la operación practicada recibe el nombre de Radioscopia; cuando la imagen es recogida en una placa fotográfica, recibe el nombre de Radiografía.

Claro está que, para juzgar de un examen radiológico (radioscópico ó radiográfico) es preciso conocer el tipo normal, sano, desde este punto de vista, es decir, que como el clínico ó el cirujano señala el carácter patológico determinado de un tejido, fundado en el conocimiento previo que ha adquirido de

los caracteres que distinguen al mismo tejido en estado sano, así el radiólogo necesita conocer el tipo normal de los órganos y regiones en proyección radiológica para formular un juicio de la imagen que le sirve de estudio. Se presenta, pues, el problema de la interpretación de las imágenes, el cual reclama para su resolución buenos atlas normales y patológicos, si los hay, y sobre todo, una larga experiencia. Hay que partir siempre del tipo de Anatomía radiográfica normal, de la anatomía de las proyecciones, que no es igual que la anatomía propiamente dicha, para ponerse en camino de resolver el caso de radiografía patológico. Sirva de ejemplo un hecho de observación que nosotros hemos podido recoger, y es el siguiente: las esquirlas óseas desprendidas totalmente de un foco de fractura experimentan después de algún tiempo un cambio en su composición química (¿reabsorción de las sales orgánicass?) que las hacen aparecer en el cliché con un contraste fuerte, vivo, comparable solo al de los cuerpos metálicos.

En el Congreso alemán de Radiografía, verificado en Berlin (Abril, 1912), se ha considerado la Radiografía como una especialidad cual lo puede ser la Oftalmología, Otorino-laringología, etc.

II

Técnica radiológica en general.

El Gabinete Rontgen.—El local dedicado á los trabajos radiológicos ha de reunir determinadas condiciones. Será fácilmente accesible para enfermos conducidos en camilla, impedidos, traumatizados. Las ventanas y puertas cerrarán herméticamente para que procuren la mayor obscuridad posible en el recinto durante los trabajos radioscópicos. Las paredes y techo estarán pintados de color obscuro, preferentemente de rojo mate, ó tapizados del mismo color. Los cristales de las ventanas serán deslustrados, para poder examinar las placas impresionadas. Precisa esté perfectamente independiente del cuarto obscuro, donde se verifican las operaciones fotográficas, á distancia, nunca contiguo á èste, ni por muros ni por el techo, á fin de evitar el peligro de que se velen las placas y el deterioro de las pantallas fluoroscópicas, cartulinas de reforzamiento y del revelador, que en el mismo se conservan, por la acción á distancia de las radiaciones Rontgen. En caso de duda y por lo que se refiere á las placas, se colocarán éstas en un cajón recubierto de plancha de plomo. La temperatura media de la habitación debe oscilar entre 15 y 20° c., para el mejor funcionamiento de los aparatos y comodidad de los enfermos.

La humedad es enemiga del material radiográfico, porque

altera las placas y cartulinas de reforzamiento y favorece la oxidación de los metales, haciendo, además, conductibles cuerpos que son aisladores de la electricidad, lo cual da por resultado una copiosa derivación á tierra del flúido eléctrico, y por consiguiente, una reducción considerable en el rendimiento útil de los aparatos.

Esto por lo que se refiere al local. Respecto á los aparatos que integran una instalación, hay que distinguir los que son fundamentales, ya estudiados en la primera parte de esta obra, de los auxiliares y del utensilio que completan aquélla.

En casi todas las instalaciones, los conductores que unen los polos de la bobina con los del tubo Rontgen, pasan directamente de unos á otros. Esta disposición ofrece el inconveniente de que el tubo no se puede mover sino en un área muy limitada, la que permite la longitud de los conductores, y si estos son muy largos, hay que sostenerlos con soportes, lo cual no deja de ser embarazoso en la práctica, pues como la corriente que por ellos circula es de alta tensión, se verifican descargas á los cuerpos que se encuentran á cierta distancia, resultando dificultosos los trabajos. Es mucho más cómodo y expedito unir los polos de la bobina con dos alambres de acero que se extienden paralelamente, sujetos por sus extremos en la pared, á 50 cms. de distancia entre sí y á unos tres metros de altura. Por estos alambres se desliza un sistema metálico de poleas del cual penden los hilos conductores que enganchan en el tubo Rontgen, con un peso que descansa sobre el conductor y lo sostiene tenso verticalmente, como una lámpara de luz eléctrica provista de un contrapeso.

Si la instalación cuenta con interruptor electrolítico, entiendo debe hallarse éste al alcance de la mano del radiógrafo, no en local distinto como aconsejan otros, con objeto de que el operador pueda variar á voluntad el número de interrupciones, introduciendo más ó menos en el líquido del interruptor la punta de platino, pues no hay que olvidar que si la radioscopia exige luz continua, en la radiografía es más conveniente la luz interrumpida para aumentar la intensidad de la descarga.

Entre los aparatos auxiliares figura el *pie soporie* que sostiene al tubo. El pie debe ser de metal, base amplia, grueso vástago y gran peso, condiciones todas que prestan gran estabilidad y aseguran la fijeza del tubo, pues no hay que olvidar que tanto importa la quietud más absoluta del cuerpo como la del tubo para que la imagen carezca de penumbra. Para su más fácil manejo debe estar provisto de ruedecillas en su base sobre las cuales descanse en el suelo.

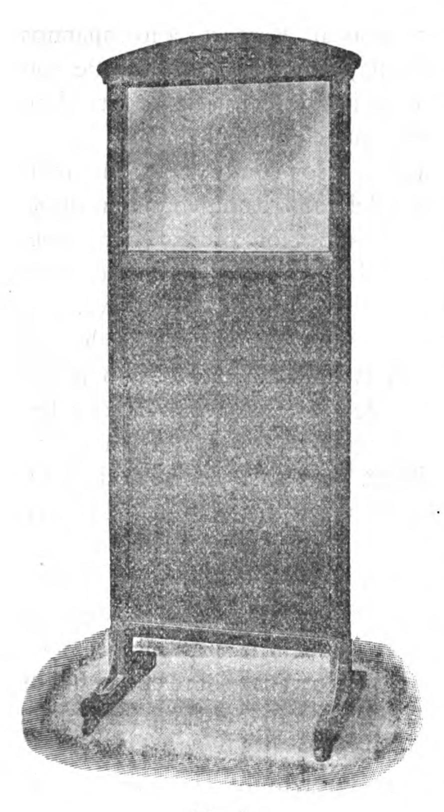


Fig. 69

La pantalla fluoroscópica es una hoja delgada de cartón, plana, muy transparente á los rayos Rontgen, opaca á la luz y provista por una de sus caras de una sustancia fluorescente, el platinocianuro de bario. Esta sustancia se encuentra en estado finamente cristalizado, pues en polvo pierde la propiedad de fluorescer bajo la acción de las radiaciones Rontgen. La cara activa de esta sustancia está protegida por un cristal y recubierta la otra por un papel negro. Va montada la pantalla en un marco. Debe tener 24 × 30 ó mejor 30 × 40 centímetros, y se conservará, siempre que no sea necesario su uso, en el cuarto obscuro á cubierto de la luz, de la humedad y del polvo.

Para acortar considerablemente el tiempo (á una cuarta parte) de exposición de los radiogramas, se usa la *cartulina de re-*

forzamiento. Es una cartulina recubierta por una de sus caras de una sustancia fluorescente, el platinocianuro de potasio, generalmente. Se conserva en iguales condiciones que la pantalla fluoroscópica. Para hacer uso de ella se aplica la cara sensible de la misma á la de igual clase de la placa.

En el gabinete Rontgen se dispondrá de chasis universal, alguno especial para instantáneas, en las cuales se hace uso, casi siempre, de la cartulina de reforzamiento; *radiocomómetro* para medir el grado de dureza de los tubos; sacos de arena y vendas para inmovilizar las diversas regiones del cuerpo; otros colgantes atados á los extremos de una venda de un metro de longitud, poco más ó menos; una caja con cristal deslustrado y

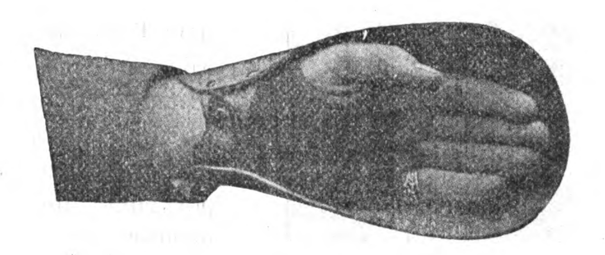


Fig. 70

una luz dentro para examinar las placas impresionadas, por transparencia; una cadena para derivar la corriente eléctrica de la mesa; una cinta métrica, una plomada, un cronómetro de segundos, almohadas para ayudar la comodidad del enfermo en posiciones que le sean molestas, un tabique de madera recubierto de plancha de plomo *(fig. 69)*, guantes ó manoplas *(figura 70)*, delantal *(fig. 71)*, lentes *ad hoc* para proteger al operador de la acción nociva de los rayos, y una escuadra.

Es muy cómodo el papel negro «Shleussner», el cual se emplea en sustitución del chasis, envolviendo con él las placas que se han de impresionar.

Para evitar que la placa se rompa por el peso del cuerpo,

usamos nosotros, en estos casos, una tabla bien labrada y relativamente delgada, sobre la cual se aplica aquélla.

Como mesa radiográfica puede servir cualquiera de su clase que tenga dos metros de longitud y cabezal. Pero caso de elegir un modelo, el que hoy reune excelentes condiciones por su comodidad, fácil manejo y múltiples aplicaciones, es el titulado «Klinoscopio universal». En él se puede practicar el examen radioscópico de cualquier región del cuerpo, ya sea acostado, con el tubo dispuesto por debajo, ya de pie, ó bien, sentado. Dispone de partes auxiliares para la ortodiografía, siendo, por tanto, innecesario un aparato independiente para esta operación, el ortodiógrafo. Cuando la atmósfera está muy cargada de humedad, se extiende una cadena desde la mesa al suelo para derivar la corriente eléctrica, con lo cual se evitan descargas muy desagradables para el operador y el paciente y los movimientos involuntarios de éste, que son su consecuencia, con perjuicio del examen.



Fig. 71

El Klinoscopio de Dessauer se compone, principalmente, *(fig. 72 y 73)* de un cuadro que puede quedar fijo en posición vertical ú horizontal y una armadura móvil sobre ruedas, que

sostiene el portatubos y el tubo. El suelo del chasis está constituído por una lona fuerte, sobre la cual descansa el paciente. Delante apoya una tabla para la posición de sentado, y dos vástagos laterales sirven para sostener por las axilas al paciente, prestándole comodidad y fijeza.

Detrás del chasis se encuentra la armadura donde se halla montado el tubo, el cual goza de dos movimientos, transver-

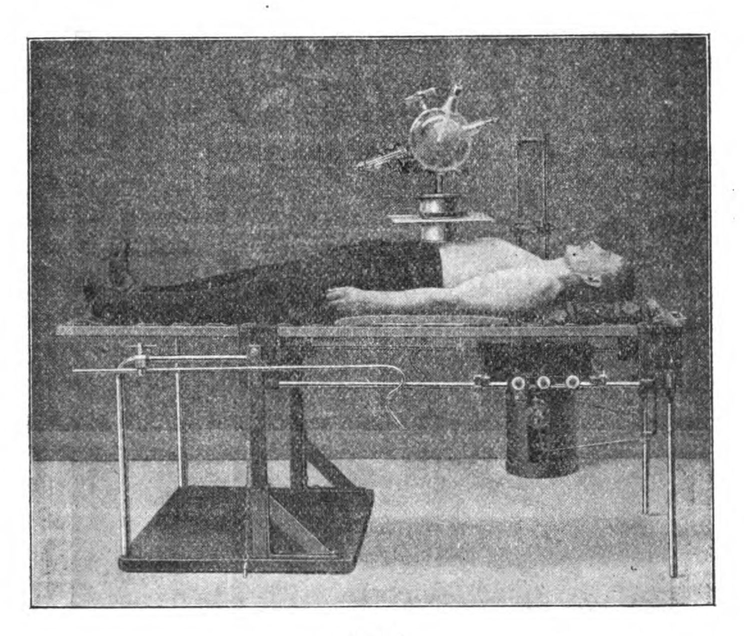


Fig. 72.

sal y longitudinal. El tubo está protegido por una caperuza impermeable á los rayos. Inmediatamente por delante del mismo se encuentran dos diafragmas, rectangular uno y circular el otro. El tubo además se puede desplazar hacia arriba ó abajo para centrar mejor los rayos.

Delante del chasis se monta un dispositivo apropiado para colocar la pantalla fluoroscópica y demás partes necesarias para la radioscopia ó la ortodiagrafía.

El aparato, aunque es de metal, se traslada con suma facilidad por el juego de ruedas de la base ó plataforma sobre que descansa.

El suelo de lona presta cierta comodidad al paciente en la

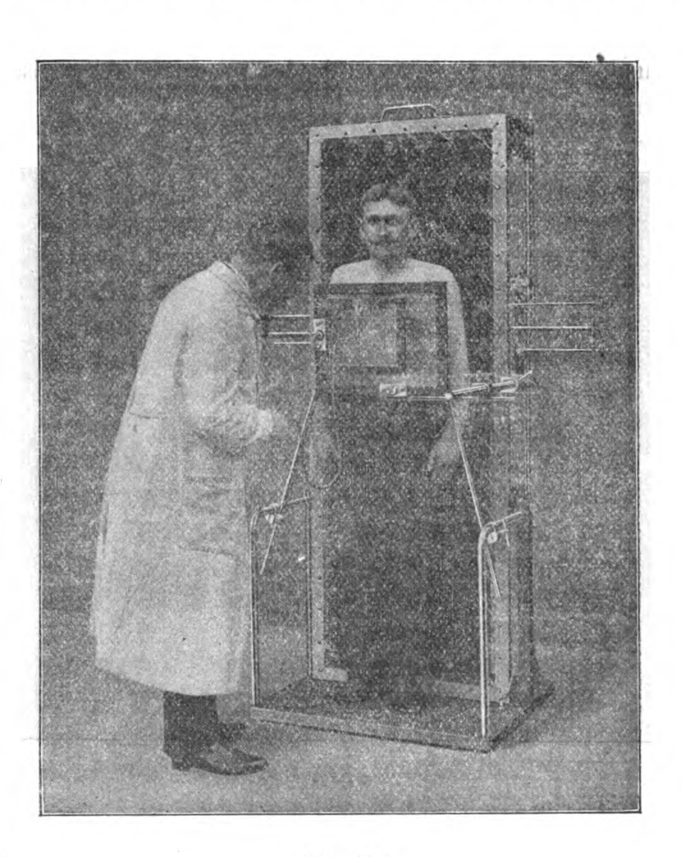


Fig. 73

posición de decúbito en un examen radiográfico, que no ofrecen otros muchos modelos de mesas.

Puede disponerse en el laboratorio Rontgen del sillón radiográfico de Holzknecht y Kienböck, el cual, como su nombre indica, es un sillón cuyos brazos son desmontables. Sirve para obtener las radiografías de la cabeza, pecho y hombro,

pero éstas se preparan en buenas condiciones en la mesa radiográfica.

Para formar el archivo de las placas y poder saber en cualquier momento el individuo á quien pertenece cada una de ellas, usamos nosotros números metálicos que colocamos por orden serial sobre las placas que sucesivamente se van impresionando. Sólo falta sentar en un libro el nombre del individuo con el número de la placa respectiva, para saber qué placa es y á quién corresponde. Así se evita la natural confusión que había de surgir al tratar de averiguar á quién pertenece cada placa con todos los demás datos que quieran consignarse.

Elección de tubo.—Lo primero que hay que hacer al comenzar un examen radiológico es elegir el tubo. Este debe poseer un grado de dureza adecuado al espesor de la región objeto de examen. Se dispondrá de tubos, tres por lo menos, que se encuentren en tres grados distintos de dureza. Blandos para el examen de la mano, antebrazo, brazo, pie y pierna; semiblandos, para hombro, pecho, muslo y pelvis no muy gruesas; duros, para la cabeza y grandes espesores en general. Como ya hemos dicho anteriormente, los tubos duros sólo en raros casos deben usarse. La clasificación expuesta de tubos blandos, semiblandos y duros, tiene su representación en las escalas de dureza de Vehnelt (14 unidades), Valter (6 unidades), y Benoist (12 unidades). Son tubos blandos aquellos cuya dureza no pasa del número 6 (tomando como escala de medida la de Vehnelt). Estos tubos salen de las fábricas constructoras con dureza tres ó cuatro, aproximadamente. Los tubos semiblandos están comprendidos entre los números seis y nueve, y los duros, del nueve en adelante. Caso de no tener más que un tubo, convendrá que su dureza sea media; del siete al nueve.

Antes de comenzar un trabajo conviene probar un momento el estado de función del tubo, y después que se haya secado y limpiado con un paño. No es conveniente que el tubo esté frío.

En defecto de una escala de dureza, podrá servir el examen fluoroscópico previo de la mano para deducir aproximadamente la dureza del tubo. Se apreciará entonces, que los hue-

sos aparecen casi completamente obscuros y el conducto medular apenas se destaca. Este es el caso del tubo blando.

La dureza media del tubo dará un color negro grisáceo al tejido óseo compacto, y grisáceo al tejido medular.

El tubo duro presta un color gris á la sustancia compacta del hueso y gris claro al conducto medular.

Este medio, sin embargo, no es aconsejable donde los trabajos sean muy repetidos, por el peligro del daño que el operador sufre bajo la acción de los rayos.

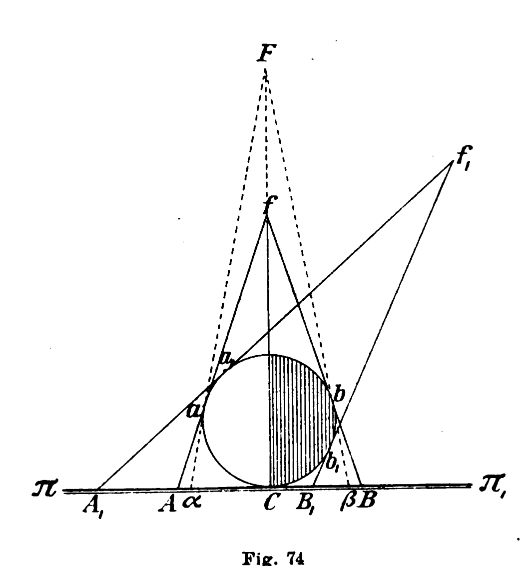


Fig. 74

Elegido el tubo, se colocará el paciente en la posición más cómoda posible para asegurar su más firme inmovilidad. Es elemental, que al impresionar una placa, permanezcan en el mayor reposo tanto el paciente como el foco radiógeno.

Se despojará completamente de los vestidos la región anatómica que sirve de exploración, para evitar la formación de rayos secundarios. La lesión que se trate de investigar quedará lo más cerca posible de la placa. Si, por ejemplo, se trata de descubrir un foco de fractura de la clavícula, se aplicará sobre la placa ésta región: si de una lesión de tibia, el punto lesionado quedará apli-

cado lo más exactamente posible á la placa. Con este fin, precederá siempre un reconocimiento clínico, y á veces radioscópico, al examen radiográfico. Este reconocimiento indispensable del paciente sirve de orientación al radiólogo para precisar el punto de enfoque de los rayos.

Colocado en posición cómoda el enfermo é inmovilizada y puesta al descubierto la región que se ha de reconocer, procede la colocación del tnbo ya escogido y probado.

La parte del cuerpo que se ha de radiografiar debe ser atacada, en general, por el cono de rayos perpendiculares, que está representado por la distancia más corta entre el focus (anticátodo) y la placa.

Si examinamos la *fig.* 74, nos daremos cuenta de la dirección perpendicular de las rayos que debemos utilizar *(F f)* y de la oblicua *f'*, que sólo en pocos casos se hace necesaria. La diferencia que entre ambas proyecciones existe se manifiesta porque en la primera, la proyección *A B*, es más reducida que en la segunda *A' B'*, y además, en el primer caso los bordes de la misma son más netos y la imagen ostenta menos penumbra que en el caso segundo. La expresada figura nos demuestra también que la sombra del objeto proyectado sobre un plano, se amplía según se acerca el foco *F* al plano. El eje principal del tubo, representado por el diámetro que se extiende del cátodo al anticátodo, debe ser paralelo á la placa, y el espejo anticatódico dirigido hacia esta.

Nomenclatura radiológica.—Es de todo punto indispensable adoptar una nomenclatura de las distintas proyecciones en que puede efectuarse un examen radiológico. No es cosa fácil darse cuenta de un radiograma sin que éste se acompañe de la proyección en que se ha obtenido. Por esta razón, á todo radiograma debe acompañar la proyección respectiva. Pues una misma región del organismo varía notablemente según la proyección en que se observe.

El Dr. Wiesner ha publicado una nomenclatura basada en la dirección que siguen los rayos perpendiculares y en el plano del cuerpo por donde entran, y es la siguiente:

La proyección de arriba á abajo, es decir, la que siguen los

rayos paralelamente al eje del cuerpo, y supuesto al individuo de pie perpendicularmente al plano horizontal, la denomina cranio-caudal y, viceversa, caudo-craneal si es de abajo arriba. Esta proyección se usa rara vez (región maxilar).

En el tronco *(fig. 75)*, la dirección sagital de los rayos, perpendicular al plano frontal, recibe los nombres:

De delante atrás, *ventro-dorsal;*

De atrás á adelante, *dorso-ventral.*

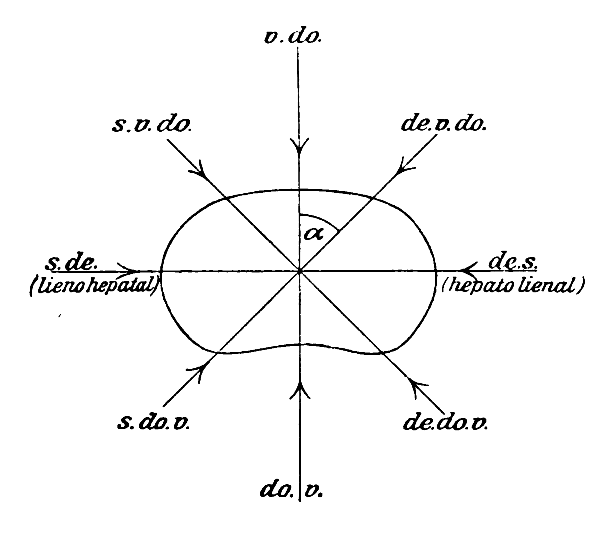


Fig. 75

La dirección frontal, perpendicular al plano sagital:

De derecha á izquierda, *hepato-esplénica;*

De izquierda á derecha, *espleno-hepática.*

Además existen dos diámetros oblicuos anteriores, de delante á atrás y de izquierda á derecha, y de delante á atrás y de derecha á izquierda; y los dos posteriores, en igual forma todos que se admiten en Tocología.

Estas proyecciones oblicuas se podrían titular en castellano, proyecciones ántero-oblicuo-izquierda, ántero-oblicuo-derecha, póstero-oblicuo-izquierda y póstero-oblicuo-derecha.

Esto por lo que se refiere al tronco y á la cabeza.

En las extremidades superiores señala el referido Dr. Wiesner una modificación que bien puede admitirse para las proyecciones laterales. Las denomina cúbito-radial y radio-cubital.

Las de delante atrás y viceversa, son las mismas que en el tronco.

Las oblicuas las denomina cúbito-ventro (ó abdómino) dorsal, radio-dorso-ventral, radio-ventro-dorsal y cúbito-dorso-ventral.

En las extremidades inferiores modifica los nombres en relación con los huesos respectivos de la pierna: las proyecciones laterales las denomina tibio-peronea y peroneo-tibial.

Todas ellas pueden expresarse por las iniciales respectivas para abreviar sus denominaciones.

En vez de dorso-ventral y ventro-dorsal, bien podría decirse en castellano póstero-anterior y ántero-posterior.

Distancia del tubo á la placa.—La distancia del tubo á la placa se mide desde el espejo anticatódico ó focus, á esta última.

Las distancias cortas agrandan demasiado la imagen y originan una mala proyección, las largas obligan á prolongar el tiempo de exposición. El dato de la distancia varía con el espesor de la región. En las extremidades oscila entre 30 y 40 centímetros y en la pelvis y cabeza, entre 40 y 60.

Se aconseja colocar bajo la placa una plancha de plomo que detiene todos los rayos y evita la formación de otros secundarios que son causa de velo de las placas, sobre todo, cuando la región es de grande espesor. Sin embargo, por nuestra parte, podemos afirmar, que sirviéndonos de placas envueltas en papel Schleussner, sin chasis, logramos excelentes clichés que no desmerecen de otros impresionados en chasis.

Para las regiones de grandes espesores recomienda Köhler el método de las placas dobles, con el fin de facilitar la impersión de la imagen. Consiste en aplicar entre sí dos placas por sus caras cubiertas de gelatino-bromuro, é impresionarlas como una sola. Después se revelan separadas y, para examinarlas, se juntan como se hizo al impresionarlas.

Tiempo de exposición.—Desde hace unos tres años se ha reducido de un modo sorprendente el tiempo de exposición. A un mismo tiempo se ha elevado la intensidad de la descarga eléctrica y hanse construído los tubos en condiciones de resistir estas descargas.

Es muy difícil señalar el tiempo de exposición de los radiogramas, pues depende de múltiples y variadas circunstancias.

En primer término de los aparatos, é independientemente de éstos, influyen el espesor de la región, el grado de dureza del tubo, la edad del individuo, la distancia del tubo, el potencial eléctrico de la red, la sensibilidad de la placa, etc., etc.

En general, se puede alargar el tiempo de exposición cuando las partes del cuerpo que se han de radiografiar no se mueven. Con tubos blandos pueden recogerse buenos radiogramas de regiones gruesas en poco tiempo reforzando la descarga, pero se acorta la vida del tubo. Lo más conveniente es regular la descarga del tubo según su grado de dureza.

Teniendo en cuenta estos datos y con una mediana intensidad en la descarga, puede calcularse que con los modernos aparatos bastan unos tres ó cuatro segundos para la mano, diez para el pecho, veinte para la pelvis, etc.

El Dr. Donath, de Berlín, ha formado un cuadro comparativo para deducir el tiempo de exposición de las distintas regiones del cuerpo, dado un tipo determinado de aparatos. (Los constructores dan relación de tiempos de exposición arreglados al tipo de sus aparatos).

Toma como unidad de comparación el tiempo de exposición de la mano. El cuadro es el siguiente:

RESISTENCIA DE LAS PARTES DEL CUERPO Á LOS RAYOS RONTGEN EN CIFRAS PROPORCIONALES

Mano.	1
Antebrazo	1,4
Articulación del codo	1,5
Brazo	1,8-2,5
Articulación del hombro.	3,4
Clavícula	2,7
Cuello	3
Cráneo	4,6
Pecho	3,4
Esternón	3,8
Pié	1,8
Pierna	2,8
Rodilla	3,4
Muslo	3,5
Articulación coxo-femoral.	6,8
Pelvis	7,9

El tiempo de exposición puede ser reducido á la cuarta parte y aún más, según ya se ha dicho, usando la cartulina de reforzamiento. Las radiaciones Rontgen provocan la fluorescencia de la sustancia activa de la cartulina y, si se halla en contacto con la capa activa de la placa, actúa reforzando el efecto ejercido por los rayos sobre dicha placa. Por esta razón la cara activa de la cartulina se aplica á la de gelatina de la placa, cuidando que ambas se ajusten exactamente, para lo cual es necesario usar un chasis especial, como el que construye la casa Veifa, de Frankfort, la primera que se ha ocupado y resuelto felizmente esta cuestión.

La cartulina de reforzamiento se usará en casi todas las radiografías instantáneas y en todas las telerradiografías ó radiografías á larga distancia.

Ofrece el pequeño inconveniente de que transmite á la

placa impresionada la tenue granulación que constituye la sustancia activa de la misma. Sin embargo, las que hoy se fabrican casi carecen de este defecto. En las instantáneas, el tiempo varía entre 1/300 y 1/500 de segundo.

Terminada la impresión de un cliché, se retira el tubo sin sacudida ni violencia ninguna para evitar la posible rotura del mismo cuando su dureza está muy acentuada. Si hay necesidad de repetir varias radiografías sobre la misma región del paciente, no se debe olvidar que nunca podremos rebasar de cierto límite en la dosis de rayos Rontgen que pueda recibir aquél sin peligro de que produzcamos la radiodermitis. Con grandes intensidades no considero prudente exponer el enfermo á los rayos más de 4 ó 6 minutos.

El procedimiento del diafragma.—El uso del diafragma adquiere en la técnica Rontgen una singular importancia. Los rayos Rontgen tienen la propiedad de experimentar una reflexión difusa al atravesar todos los medios, como el vidrio, aire, cuerpos, placas fotográficas. Esta producción de rayos secundarios crece conforme aumenta el poder penetrante de los rayos primarios y es dependiente, además, de los medios atravesados; los líquidos y la grasa originan una rica producción de rayos secundarios, y el plomo, zinc, etc., por el contrario, dan lugar á escasa cantidad de los mismos.

La formación de rayos secundarios es un factor muy perjudicial en la radiografía y aun en la radioscopia.

El empleo del diafragma tiene por objeto reducir en lo posible la perniciosa influencia de los rayos secundarios.

El diafragma colocado frente al espejo anticatódico, deja pasar solamente el círculo de rayos centrales emanados del anticátodo y suprime todos los demás rayos periféricos que toman origen en el resto del tubo. Por este procedimiento, se aprovecha solamente el cono de rayos perpendiculares. Cuanto más reduzcamos el área del diafragma, más rayos periféricos quedan suprimidos y la imágen es más distinta.

El material del diafragma ha de ser impermeable á los rayos. Se usan unas veces láminas de metal horadadas en el centro con aberturas de distintos diámetros. Según la amplitud del

campo que necesitemos iluminar, utilizaremos uno ú otro. Pero el sistema más práctico y cómodo es el del diafragma-iris, por medio del cual disponemos más fácilmente de una amplitud mayor ó menor, según se desee. La *fig. 76,* es el modelo de diafragma del Dr. Wiessner. Un medio muy sencillo de diafragmar una región consiste en dos láminas de hoja de lata, por

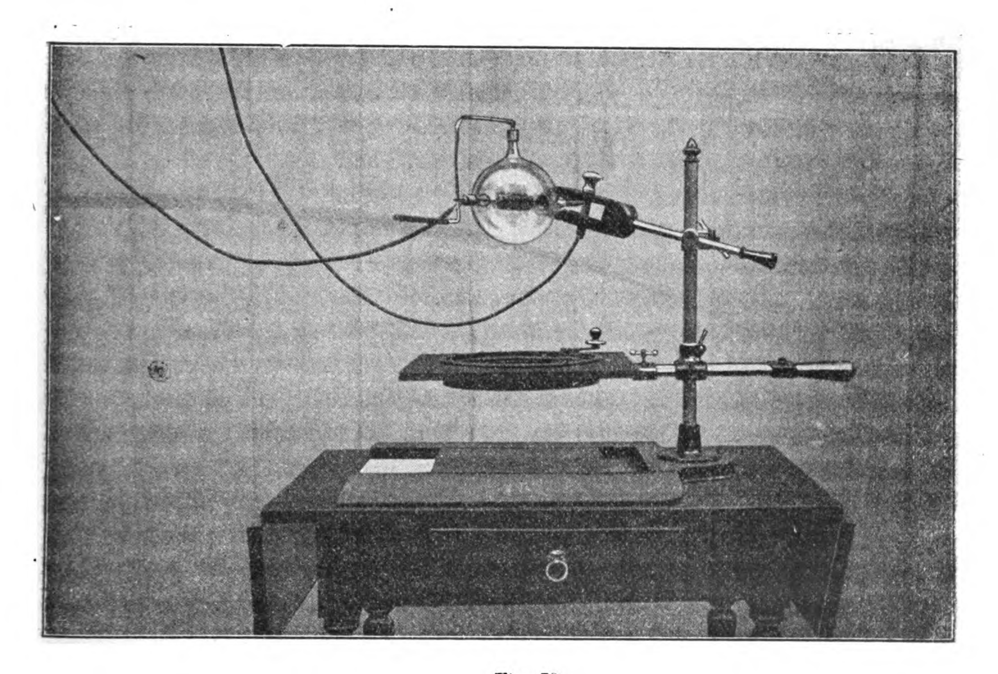


Fig. 76

ejemplo, en forma de dos ángulos rectos como dos escuadras, que tengan unos 35 cm. de lado por fuera, por unos 20 cm. de ancho. Estas dos escuadras colocadas en opuesta posición cierran un cuadrilátero más ó menos amplio, según lo que las separemos entre sí.

El procedimiento de la compresión.—El espesor considerable que suele tener el vientre, y la naturaleza de los órganos que contiene, son causa de formación abundante de rayos

secundarios. Conviene, pues, comprimir fuertemente la pared anterior del vientre contra la posterior para reducir el espesor y la cantidad de rayos secundarios, logrando con ello mayor claridad en la imagen.

La compresión general del abdomen se realiza por medio de una venda ancha y fuerte que, sujeta por un extremo á un

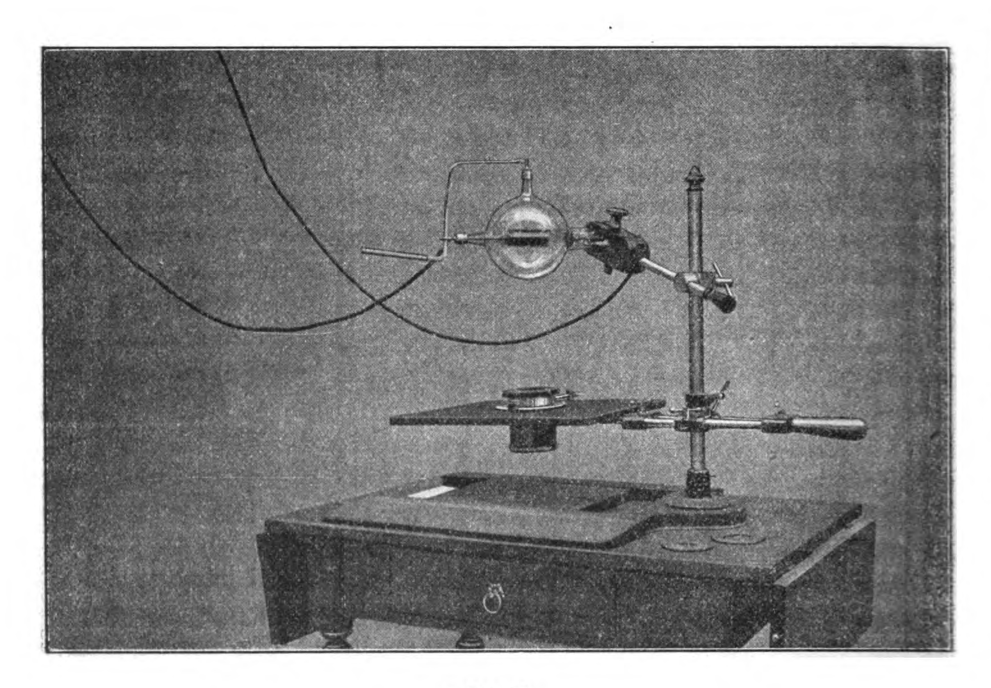


Fig. 77

borde de la mesa, pasa por encima del paciente y se enrolla por el otro extremo en el borde opuesto de la misma hasta comprimir lo que sea necesario y tolere el paciente.

Pero como mejoran notablemente las condiciones del radiograma en el vientre es, combinando la compresión local de un punto con el uso del diafragma. Esto se realiza por medio del aparato que recibe el nombre de *compresor*.

Un modelo de aparato compresor es el de la *fig.* 77, entre

los múltiples que la industria ha construído: consta de un tablero donde se coloca la placa y al cual se halla firmemente atornillado una columna metálica que sostiene un vástago horizontal con el cilindro compresor y el diafragma-iris. Este cilindro y diafragma con el vástago, pueden moverse en todas direcciones y ser aplicado ejerciendo la compresión que se desee sobre la región que se explora. Por encima del diafragma se halla el soporte para el tubo Rontgen que, como las partes anteriores, admite toda clase de movimientos.

III

Técnica radiológica en particular

En esta parte nos vamos á ocupar someramente de los principales tipos de radiografía para consignar datos que importa conocer.

Extremidad superior: MANO Y ANTEBRAZO.—El individuo, sentado, apoya la mano y el antebrazo en toda su extensión, á la altura del hombro respectivo. Los sacos de arena, convenientemente dispuestos, aseguran la inmovilidad de la región. La proyección usual de la mano suele ser la dorso-palmar ó póstero-anterior. Las laterales de la misma pueden disponerse colocando la mano entre dos libros que se vendan fuertemente contra ésta.

CODO.—Las proyecciones más importantes y usuales de esta región son: la ántero-posterior y la radio-cubital. En la primera, el enfermo permanece sentado con la extremidad extendida horizontalmedte y en supinación. Para asegurar su inmovilidad se coloca una almohadilla ó un saco de arena entre la cara posterior del antebrazo y la placa, y otro saco sobre el antebrazo.

En la radio-cubital, la extremidad descansa sobre la cara interna del brazo, y el antebrazo en ángulo obtuso con el bra-

zo, permanece en pronación. Se inmoviliza con los sacos de arena.

ARTICULACIÓN DEL HOMBRO.—Para este radiograma se aconseja el sillón radiográfico de Holzknecht y Kienböck. Por nuestra parte consideramos preferible la mesa radiográfica, porque la posición en decúbito prono ó supino garantiza mejor la inmovilidad que en la de sentado.

El plano de enfoque debe corresponder, si se quiere descubrir la articulación, no sobre la cabeza humeral, sino delante del esternón. Según Wiesner, si se desea ver el conjunto de la articulación del hombro se enfocará á la altura del hombro (proyección central). Si se pretende descubrir completamente la cabeza del húmero, hay que desplazar el tubo un poco hacia arriba de la posición anterior, y si se trata de poner de manifiesto la articulación acromio-clavicular, se desplazará el tubo un poco hacia abajo de la proyección central.

Es conveniente elevar un poco con una almohada el hombro opuesto al que se va á impresionar, para que éste se acerque más á la placa. Se inmovilizará el brazo del lado enfermo, y permanecerá el paciente con la respiración suspendida.

La radiografía del brazo exige también la suspensión de la respiración y la inmovilización con sacos de arena de la mano respectiva.

Extremidad inferior: PIÉ.—La proyección ántero-posterior ó dorso-plantar se dispone estando sentado el enfermo en una silla. La pierna ligeramente extendida hacia adelante y el tubo orientado con cierta oblicuidad hacia atrás.

Como es difícil que la extremidad conserve la quietud necesaria y no es posible aplicar sacos de arena, nosotros invitamos al paciente á que junte ambas extremidades en posición simétrica y vendamos firmemente éstas por las rodillas. De este modo la inmovilización es completa.

Según el sitio de la lesión, se obtienen las dos radiografías laterales, tibio-peronea y peroneo-tibial, estando el paciente en decúbito-lateral. Para esta última nos servimos de un cajón de unos 15 cms. de altura sobre el cual se apoya la cara interna de la pierna.

Existe una radiografía comparada de los calcáneos, la cual se obtiene por el procedimiento de Holzknecht. El individuo junta ambos piés por sus talones y descansa de pié sobre la placa. El cuerpo lo inclina algo hacia adelante para apoyarse sobre una silla, mesa, etc. El tubo se coloca detrás, oblicuando la dirección de los rayos hacia delante y abajo.

Articulación de la rodilla.—Esta se puede impresionar en las cuatro proyecciones conocidas. La proyección peroneo-tibial de la rodilla, como digimos en la correspondiente del pie, requiere el uso del cajón. En todos los radiogramas de esta región es necesario el empleo de los sacos de arena por encima y debajo de la articulación.

Articulación coxo-femoral.—El punto de enfoque de esta articulación corresponde al punto medio de una línea que se extiende del pubis á la espina ilíaca ántero-superior. Casi siempre se obtiene en proyección ántero-posterior aunque puede hacerse en sentido inverso. Para poder observar en buenas condiciones la cabeza, el cuello y el trocanter mayor del fémur, permanecerá la extremidad en ligera aducción, lo cual se realiza sujetando ambos piés con una venda. Como en todos los radiogramas, procede asegurar la inmovilidad de la extremidad.

Región externo-clavicular.—Las regiones del plano anterior del pecho se obtienen en proyección póstero-anterior, aplicando aquél al de la placa, y en inspiración forzada. El esternón y la articulación externo-clavicular, colocando el tubo entre la columna vertebral y el hombro, ó sea en proyección oblicua, para que quede desviada hacia adentro la columna vertebral y los grandes vasos del pecho, cuyas sombras se proyectarían sobre el esternón si el tubo se colocase en la dirección del plano póstero-anterior medio.

Columna vertebral: vértebras cervicales.—La proyección lateral del cuello puede prepararse en el sillón radiográfico ó en la mesa. El plano medio ántero-posterior del cuello debe ser paralelo á la placa. La cabeza se inmovilizará con los sacos colgantes ó de Robinsón. Para las dos primeras vértebras cervicales se dirigirán los rayos perpendiculares al nivel de las

apófisis mastoides; para las vértebras cervicales 3, 4 y 5 se enfocará á la altura del ángulo del maxilar. Para poder aproximar la placa al plano lateral del cuello debe emplearse una pequeña, rellenando el espacio que queda entre ésta y el suelo de la mesa ó el respaldo del sillón con sacos de arena.

La proyección ántero-posterior puede obtenerse también en la mesa ó en el sillón radiográfico. El plano medio ántero-posterior de la cabeza será perpendicular á la placa. Se fijará la cabeza con los sacos de Robinsón. Para descubrir el atlas y el axis, el enfermo abre la boca y en ésta se introduce un tubo de vidrio corto, de dos ó tres centímetros de diámetro, dirigido paralelamente al plano de las apófisis articulares del maxilar inferior.

VÉRTEBRAS DORSALES.—Se obtienen en proyección ántero-posterior. Los órganos del mediastino dificultan la nitidez de la imagen. Es condición precisa prolongar el tiempo de exposición para que los rayos atraviesen con exceso todos los órganos situados por delante, quedando sólo las vértebras. También se puede hacer una proyección oblicua lateral. Las últimas vértebras dorsales corresponden á un plano en el cual el radiograma tropieza con grandes dificultades por el espesor de la region y la índole de los órganos que la ocupan. Es preferible hacer uso del compresor, dirigiéndolo oblicuamente hacia arriba y comprimiendo la región supra-umbilical.

VÉRTEBRAS LUMBARES, SACRO Y COXIS.—El compresor ha resuelto el problema radiográfico de estas regiones. El enfermo se coloca en decúbito supino, con la cabeza y el pecho un tanto flexionados, las piernas también en flexión por medio de un aparato dispuesto en forma de cuña y con un saco de arena sobre los piés Se ha logrado con esta posición, análoga á la que se recomienda para la exploración manual del vientre, que la columna lumbar quede ajustada al plano de la placa. Se aplica el compresor entre la cicatriz umbilical y el apéndice xifoides, con oblicuidad hacia arriba, para descubrir las últimas vértebras dorsales y primeras lumbares. El compresor se dirigirá perpendicularmente y tomando como centro de proyección el ombligo, para las demás vértebras lumbares y, oblicuando el

aparato hacia abajo, se pondrán de manifiesto el sacro y el coxis. Claro está que el cono de los rayos perpendiculares seguirá siempre la dirección del eje del tubo compresor.

Cráneo.—En la proyección frontal la cabeza está colocada de forma que su plano medio ántero-posterior es paralelo á la placa. El punto de incidencia normal de los rayos perpendiculares corresponde al conducto auditivo externo. Se dispone de una almohada dura, de espesor igual á la altura del hombro respecto de la cabeza. Son indispensables los sacos colgantes de Robinsón. El tubo se coloca á la altura de unos 60 cms.

La posición sagital puede ser ántero-posterior y póstero anterior. En la primera, la boca permanece abierta, entrando los rayos perpendiculares por el plano formado por los incisivos superiores y los conductos auditivos. En esta proyección, los rayos son ligeramente oblicuos de delante atrás y de abajo arriba.

En la póstero-anterior se apoya sobre la placa la frente y el lomo de la nariz. Se inmoviliza la cabeza como en el caso precedente. Los rayos perpendiculares se dirigen con ligera oblicuidad de arriba á abajo y de atrás adelante, siguiendo el plano trazado por el occipucio y los arcos superciliares.

Se pueden obtener, además, radiografías axiales de la cabeza siguiendo el eje de la misma. En un caso, entrando los rayos por debajo y el centro de la región suprahioidea, con la cabeza inclinada hacia atrás y con la placa en el sincipucio, y en el otro, con la placa puesta por debajo del maxilar, ó entre ambas mandíbulas, y la entrada de los rayos por el sincipucio. En este último caso se descubren las órbitas y los maxilares superiores.

Cara.—Se dispone la cabeza en flexión forzada, como en la proyección póstero-anterior del cráneo, pero la entrada de los rayos corresponde á la región posterior del cuello, siguiendo el plano trazado por las apófisis mastóides y los arcos superciliares. Además, hay que oblicuar á uno ú otro lado el cono de rayos perpendiculares para evitar todo lo posible la proyección de la columna cervical.

Las proyecciones laterales son iguales á las del cráneo.

Para los dientes se usan placas muy pequeñas, ó mejor, las

películas ó *films,* envueltas en papel negro y colocadas en la región que se trate de impresionar por dentro de la cavidad bucal.

Laringe.—Este órgano, por su naturaleza cartilaginosa exige un tubo muy blando. Se obtiene en proyección lateral, suspendida la respiración y con diafragma. En estas condiciones, á la imagen de la laringe acompaña la del hioides y primeros anillos de la tráquea.

Torax.—Esta parte del cuerpo puede observarse en dirección ántero-posterior, póstero-anterior, oblicuamente, de delante á atrás y de atrás á adelante, y en proyección lateral.

Por los movimientos propios de los órganos contenidos en la cavidad torácica, la radioscopia de éstos adquiere singular importancia respecto de la radiografía.

Las condiciones anatomo-radiológicas del pecho son apropiadas para descubrir multitud de procesos tanto médicos como quirúrgicos. El clínico encuentra en el método Rontgen aplicado al pecho un auxiliar poderoso para el diagnóstico de procesos morbosos localizados en todos los órganos que ocupan esta cavidad.

En general, las radiografías del pecho se obtienen en inspiración perfectamente contenida para evitar todo movimiento respiratorio por pequeño que sea. En las instantáneas no es necesario este requisito.

Corazón.—La proyección póstero-anterior es indispensable. Los contornos del corazón no pueden aparecer netos si no es con la instantánea, ó sea en 1/300 ó 1/500 de segundo, para lo cual es necesario el empleo de la cartulina de reforzamiento. Sin embargo, con la radiografía de distancia del corazón, los bordes de este órgano se destacan con suficiente nitidez para poder apreciar su forma y tamaño, sin error importante. El tubo debe tener una dureza media.

Para determinar el volumen real del corazón hay que proceder á la telerradiografía, propuesta por Köhler. La distancia del tubo á la placa oscila entre 150 y 200 centímetros. Se toma la altura del punto de enfoque de los rayos en el paciente puesto de pie, la cual ha de ser igual á la del anticátodo del tubo. Después se mide la distancia del tubo á la placa sobre el plano

del suelo y en una línea que corresponda á ambos puntos. Como punto de referencia del tubo para señalar su distancia, tomamos siempre nosotros el botón metálico del cátodo, siendo el eje del tubo paralelo al plano de la placa.

Según Köhler, la proyección radiográfica del corazón á la distancia de dos metros aumenta sólo en un milímetro.

Esófago.—La radioscopia suele ser el método de exploración preferente. Exije la proyección oblicua. Si se trata de estrechez, que suele ser el caso más frecuente, el individuo toma de tres á cinco gramos de carbonato de bismuto en suspensión en agua, ó deglute un bolo de bismuto, según el grado de la estrechez.

Estómago é intestinos.—Para la radiografía del estómago es necesario que el paciente ingiera una comida opaca á los rayos que dé contraste. Se usan con este fin el sulfato de bario, recomendado muy recientemente, el subnitrato y el carbonato de bismuto, la diafanita y la contrastina, que es el óxido puro de circonio. El subnitrato de bismuto se va desechando de la práctica por ser tóxico. Del carbonato de bismuto se administran 30 ó 40 gramos mezclados con 400 gramos de leche, 300 gramos de sémola ó harina y 30 gramos de azúcar de leche. Esta cantidad de 300 gramos de sémola nos parece excesiva, pues por nuestra parte no hemos logrado nunca que nuestros enfermos tomen más de 100 gramos La contrastina, que nosotros preferimos, la empleamos en cantidad de 75 gramos y nunca hemos observado ningún fenómeno tóxico.

Cuando la comida de prueba que se emplee esté compuesta á base de bismuto, conviene que el paciente no tome bebidas ácidas el día del examen, para evitar un mayor peligro de intoxicación.

En la preparación de esta radiografía se coloca una monedita de 2 ó de 50 céntimos envuelta en un papel mojado en una solución de goma, el cual se pega sobre la cicatriz umbilical. De esta manera el radiograma presenta un punto de referencia, como es el ombligo, señalado por la moneda.

La radiografía del estómago hay que obtenerla en muy breves momentos, por lo cual se hará uso de la cartulina de refor-

zamiento. Durante la exposición, el sujeto debe permanecer de pie y sin respirar.

De todo el intestino es el colon el que mejor se presta á la observación radiológica. Claro está que hay que administrar la comida de prueba, para lo cual preferimos el óxido de circonio, por ser perfectamente innocuo. Pasadas las primeras cinco horas, aparecen en el ciego las primeras porciones de la comida. A las doce horas se presenta el contenido intestinal en el colon descendente y á las veinticuatro en la ampolla rectal.

Las substancias que forman contraste pueden administrarse también por el recto para descubrir el colon, y con este fin se utiliza el carbonato de bismuto (de 50 á 100 gramos según la edad) en agua, ó suspendido en aceite (de 500 á 1.000 gramos). En el aceite se sostiene mejor esta sal de bismuto que en el agua, por lo cual las imágenes son más distintas.

Como la radiografía del estómago se obtendrá la del intestino, en posición de pie, con cartulina de reforzamiento y en inspiración contenida.

Cálculos.—Para los del riñón, el paciente permanece en decúbito supino y en la misma disposición que para las radiografías de la columna lumbar, ó sea, con el pecho y la cabeza en flexión, así como los muslos y las piernas, y sobre los piés un saco de arena. Es necesario el uso del compresor. Este se apoya sobre la región epigástrica, entre el ombligo y el reborde costal del lado que se explora, ejerciendo toda la compresión que el paciente tolere y dirigiendo el compresor oblicuamente de abajo á arriba y de delante á atrás. Si hay sospechas de hidronefrosis no se usará el compresor y se obtendrá el radiograma con el auxilio del diafragma. En este caso es conveniente emplear dos diafragmas, uno próximo al tubo y el otro sobre la región del enfermo. Importa mucho que el paciente se haya purgado algunas horas antes y no haya tomado ningún alimento. En un cliché de esta región debe distinguirse con bastante claridad la columna vertebral, la once y doce costillas y los bordes del psoas y del cuadrado de los lomos. En los individuos delgados y aun en los gruesos se logra ver el

polo inferior del riñón. En los individuos obesos se recomienda hacer uso de dos placas adosadas por sus caras de gelatina. El tubo debe tener una dureza media.

Para explorar los cálculos de la vejiga, el paciente se halla en decúbito supino, con las extremidades inferiores extendidas y un saco de arena sobre los piés. Se usará siempre diafragma (de 8 á 9 cms. de diámetro) y compresor cuando el paciente sea grueso, procurando oblicuar un poco el eje del aparato y el tubo hacia abajo y atrás. Es muy conveniente la evacuación previa de la vejiga y del recto. El tubo debe ser blando.

La radiografía de los cálculos biliares tropieza con serias dificultades, como son: el gran espesor de la región, la escasa densidad de estos cálculos, el grado de dureza más apropiado del tubo y el tiempo preciso de exposición.

Para acercarse todo lo posible al éxito de la operación, conviene cumplir los requisitos siguientes: el enfermo en decúbito prono, un buen tubo blando, empleo del diafragma y del compresor, respiración suspendida, evacuación previa y abundante del intestino y descarga intensa en el tubo. El revelado de la placa ha de estar cuidadosamente hecho.

IV

Radiografía estereoscópica

El radiograma obtenido por el método ordinario representa la proyección del objeto en un solo plano, y carece, por tanto, de relieve. Si se trata de un cuerpo extraño, no es posible deducir la profundidad á que se encuentra.

La estereo-radiografía constituye un adelanto en el método Rontgen, porque resuelve, en parte al menos, este inconveniente propio de la radiografía ordinaria. Las imágenes estereoscópicas muestran el objeto radiografiado con su natural relieve.

El fundamento de la estereo-radiografía consiste en obtener de un objeto, el húmero, por ejemplo, dos proyecciones oblicuo-laterales sobre dos placas. Ambas proyecciones son distintas, como distinto es el aspecto de un hueso según el plano ó cara por donde se le mire. Si por medio de un estereóscopo hacemos que un ojo del observador perciba la imagen de una placa y que el otro perciba la de la otra, se reconstituyen en la visión del observador la del objeto, como si éste fuese transparente y estuviese en el espacio. Por este medio dase cuenta el observador de la posición relativa de las partes de un objeto, los fragmentos de una fractura, por ejemplo. Este procedimiento lleva consigo mayor gasto de material, pues es necesario doble número de placas, un estereóscopo para examinar los clichés y otros elementos.

La técnica de la estereo-radiografía, expuesta brevemente,

es la siguiente: Acostado el individuo en la mesa radiográfica, colocada la placa y fijada la posición del tubo, se impresiona el cliché. Después se separa éste y coloca otro en su lugar, sin variar la posición del enfermo; se desplaza el tubo paralemente á la placa una distancia que suele ser de siete centímetros (distancia interpupilar) é impresiona el segundo cliché. Sometidas ambas placas á las operaciones fotográficas oportunas, se colocan en un estereóscopo y se observan. En vez de placas pueden emplearse positivas, en cuyo caso conviene que éstas sean completamente planas.

En la actualidad, se aplica ya el método de la estereo-radiografía por varios radiólogos de los Estados Unidos y de Alemania, no solamente en las extremidades y órganos que carecen de movimientos, sino también en otros órganos como el corazón, pulmones y estómago, que exigen tiempos muy cortos de exposición por sus constantes movimientos. Pero para estos radiogramas son necesarios un chasis especial como el inventado por Hildebrand, que cambia rápida y automáticamente las placas que se han de impresionar, y aparatos de gran potencia.

La estereoscopia presta buenos servicios en la investigación de los cuerpos extraños, no porque señale con precisión matemática la situación de aquéllos, pero sí de una manera aproximada se da cuenta el observador de su situación con relación al hueso de la región que explora, sirviendo de orientación al cirujano para intervenir. Para que la imagen estereoscópica sea lo más exacta posible, se desplazará el tubo un poco más ó un poco menos de los siete centímetros antes apuntados, según esté más ó menos profundo el cuerpo extraño.

En las fracturas, como antes se ha dicho, la imagen estereoscópica pone de relieve la situación relativa de los fragmentos, mientras que con el procedimiento usual hacen falta dos radiogramas de opuestas direcciones para formarse idea de las condiciones en que se encuentra el foco de la misma.

Ciertos defectos y afecciones de la articulación coxofemoral, como la luxación congénita y la coxavara, se ponen de manifiesto en la imagen estereoscópica de un modo sorprendente.

V

Ortodiagrafía y Ortofotografía.

La sombra de un objeto proyectada sobre un plano (pantalla fluoroscópica, placa fotográfica), es siempre mayor que su tamaño natural por tratarse de una proyección central, no paralela, como ya se ha dicho en otro lugar. Para obtener una proyección de iguales dimensiones que el objeto que se observa, es preciso que los rayos perpendiculares emanados del focus del tubo sean paralelos y pasen tangencialmente á los bordes de aquél. Es decir, que el focus, el borde del objeto y el punto de la pantalla fluoroscópica atacado por los rayos, se encuentren en una misma línea recta perpendicular á la pantalla. Si nosotros señalamos en un papel aplicado á la pantalla el punto en que inciden los rayos perpendiculares, y después repetimos la operación siguiendo los contornos del objeto ú órgano que se examina, reproduciremos la figura ó silueta de éste en su tamaño natural, y esta operación recibe el nombre de ortodiagrafía.

Para realizar esta operación es preciso que por delante del tubo y formando parte fija con éste, se encuentre un indicador de incidencia, que puede ser sencillamente una cruz metálica, al paso de los rayos perpendiculares procedentes del focus, de forma que se proyecte sobre la pantalla la sombra del indicador.

Si se trata de dibujar la silueta del corazón en su tamaño natural por el método radioscópico, como medio único que se pone en práctica para realizar la ortodiagrafía, se imprimirá á la palanca del ortodiógrafo un movimiento combinado hasta que la sombra de la cruz se proyecte sobre un punto del borde de la del corazón y, entonces, se señala con tinta ó lápiz este punto sobre una hoja de papel que habremos colocado de antemano en la pantalla. Después se repite la operación en la misma forma, marcando los distintos puntos de los bordes del corazón hasta reconstituir el conjunto de la silueta del órgano.

Este procedimiento de la ortodiagrafía, que se aplica casi exclusivamente al corazón, ha perdido bastante de su valor desde que con potentes inductores y modernos tubos se han podido obtener radiogramas excelentes de dicho órgano en dos ó tres segundos á la distancia de uno y medio y dos metros. La sombra del corazón en estas condiciones no excede de uno ó dos milímetros de su tamaño natural.

Kreuxfuchs, de la Policlínica general de Viena, acaba de dar á conocer un procedimiento para determinar el volumen relativo y el cambio de forma del corazón, que consideramos muy práctico y de indudable importancia para descubrir el estado patológico del órgano desde dicho punto de vista.

Examinado el pecho en proyección póstero-anterior, se sujeta con aglutinante un alambre á lo largo de la línea media de la espalda, y se enfoca el tubo de manera que la sombra del alambre corresponda á la línea media esternal. De esta forma la proyección es central. La imagen radiológica del pecho que contemplamos nos pone de manifiesto una sombra central perteneciente al corazón; un espacio claro á la derecha y otro á la izquierda de este órgano, y las paredes laterales. Según Kreuxfuchs, existe en estado normal una relación constante entre el diámetro transversal del pecho al nivel del corazón, el transversal máximo de este órgano y los espacios claros, derecho é izquierdo, que acabamos de señalar.

Si consideramos dividido el diámetro transversal del pecho en doce partes iguales, corresponderán cuatro (= $^1/_3$ = 33 %)

al espacio derecho, cinco (= 42 %) al de la sombra del corazón y tres (= 1/4 = 25 %) al espacio izquierdo.

Siempre que se altere esta relación puede afirmarse el volumen ó cambio patológico del corazón.

Claro está que diferencias de pocos milímetros carecen de valor diagnóstico.

Pero ya sea el método ortodiagráfico ó el ortofotográfico, que también recibe el nombre de telerradiográfico, siempre resulta que con este medio disponemos de un auxiliar poderoso para descubrir el volumen del corazón y sus cambios de forma. Estos datos van adquiriendo cada día mayor importancia clínico-radiológica porque son expresión de lesiones orgánicas del corazón, pudiendo formularse su diagnóstico en muchos casos de un modo terminante cuando el clínico no encuentra síntomas suficientes que le permitan establecerlo en un sentido afirmativo ó negativo. Esta importancia diagnóstica del procedimiento adquiere mayor relieve en la clínica castrense, donde son frecuentes los casos de enfermedades simuladas y disimuladas y donde, por tanto, á los fenómenos subjetivos que el paciente aqueja no se les puede conceder el mismo valor que en la práctica civil.

VI

Localización de los cuerpos extraños en el organismo humano

Con el advenimiento de la era Rontgen apareció la posibilidad de determinar el sitio donde un cuerpo extraño se halla alojado en el organismo humano. Salta á la vista la importancia capitalísima que este problema encierra en Cirugía, y más singularmente en Cirugía militar, donde con tanta frecuencia el médico castrense necesita saber si existe un proyectil, una esquirla ósea, etc., embebido en los tejidos del herido ó traumatizado, y en qué punto está alojado, para decidir la conducta que está obligado á seguir.

La cuestión no parece resuelta de un modo completamente satisfactorio, pues el número de procedimientos inventados para su resolución (pasan de 100) es tan considerable que hace dudar del éxito de los mismos. Este dato nos hace pensar también en que el problema no debe ser de fácil solución y nos demuestra, además, los esfuerzos desplegados por múltiples autores para resolver asunto de tanto interés práctico como el que nos ocupa.

Al hablar de cuerpos extraños nos vamos á referir principalmente á los proyectiles, por ser éstos los que constituyen el contingente principal entre aquéllos, y se prestan mejor á la aplicación del método para los fines de la localización.

Entre todos los procedimientos de localización de los proyectiles, será preferible aquel que mejor reuna las condiciones de sencillez, brevedad y precisión, las cuales se hacen todavía más necesarias en el teatro de la guerra, donde no se disfruta del reposo, tiempo y otros elementos materiales que puedan disponerse en una ciudad ó centro de población.

Los proyectiles, por ser cuerpos metálicos, absorben gran cantidad de rayos Rontgen, resultando, por tanto, muy opacos y originando sombras que se destacan perfectamente de los tejidos orgánicos.

Conviene tener presente que el armazón óseo, por dar un contraste bastante fuerte entre los demás órganos, aunque menor que el de los proyectiles, nos puede y debe servir como punto de referencia para la exploración radiológica que hemos de emprender, si bien que en rigor no nos es absolutamente necesario. Pero, en cambio, sí hemos de servirnos, como punto de referencia, en el procedimiento que hemos establecido, de cuerpos metálicos para precisar el lugar del proyectil que tratamos de localizar.

Todos los procedimientos que se emplean para averiguar el sitio que un proyectil ocupa en el organismo pueden ejecutarse por medio de la radioscopia, es decir, proyectando sobre una pantalla fluoroscópica la sombra de una parte del cuerpo que recibe las radiaciones Rontgen, ó sea por iluminación directa; ó bien por medio de la radiografía, que consiste en impresionar en una placa fotográfica la parte del cuerpo que se explora y está bajo la acción de dichos rayos.

Solo nos vamos á ocupar de los métodos más usuales y corrientes, haciendo caso omiso de los restantes, cuya larga exposición á nada práctico nos conduciría.

Entre los procedimientos radioscópicos existe el de la sonda, que consiste en introducir ésta por el trayecto de la herida hasta que se acerque lo más posible al proyectil, é imprimiendo luego al herido ciertos movimientos para darse cuenta el operador de la posición relativa del proyectil. Este método es bastante exacto, pero solo puede aplicarse en pocos casos, pues es necesario que el herido pueda moverse algo, que se dispon-

ga de un buen cuarto oscuro (cosa difícil en campaña) que la región que se explora no sea demasiado gruesa y que exista un trayecto.

Un procedimiento sencillo que puede prestarnos buenos servicios, aunque no es muy exacto, es el de Levy-Dorn. Consiste en observar la imagen de la región en dos proyecciones perpendiculares entre sí. Para ello se colocan en la superficie de la piel, en los puntos de entrada y salida de los rayos, dos cuerpos metálicos de tal modo que, cuando coincidan y se confundan en una sola las sombras de los cuerpos que hemos colocado y la del proyectil que se busca, se marcan sobre la piel los puntos en que están aplicados los cuerpos metálicos. La situación del proyectil se determina repitiendo la operación en otra dirección perpendicular á la primera y, entonces, por el encuentro de las dos líneas imaginarias que hemos trazado con los cuerpos metálicos puestos sobre la piel y el proyectil que se busca, queda localizada la situación de éste.

Cuando los proyectiles incrustados en el cuerpo sean de gran tamaño, puede servirnos el método de Karajan y Holzknecht. Consiste en hacer rodar sobre su eje la extremidad que se explora. Se observará entonces que la mancha del proyectil unas veces se acerca y otras se separa de la del hueso, ó bien que aumenta y disminuye de tamaño cuando se aleja del plano de la pantalla y cuando se acerca, respectivamente, y por último, que la mancha se pronuncia más cuando se acerca y menos cuando se aleja, del plano de la pantalla. Por todos estos datos puede deducirse el sitio aproximado del proyectil.

Puede también hacerse uso del método siguiente: se practica la radioscopia de la región y se señala en la pantalla fluoroscópica el punto donde se proyecta la sombra del proyectil. Se disloca el tubo después en sentido paralelo á la pantalla una distancia determinada, y se marca otra vez sobre aquélla el punto donde se proyecta la nueva sombra del proyectil. Con los datos dislocación del tubo, distancia de ambas sombras en la pantalla fluoroscópica, y la del focus á la pantalla, se puede hallar el otro dato, ó sea, la profundidad á que se encuentra el cuerpo extraño.

Los métodos todos que se fundan en la radioscopia son más sencillos que precisos. Pueden resolver el problema alguna vez cuando la región no tenga gran espesor y el cuerpo extraño posea cierto volumen. En regiones gruesas, sobre todo, son insuficientes y muy inseguros; además, en campaña es muy difícil disponer de un cuarto oscuro en condiciones adecuadas para efectuar estas delicadas operaciones.

Fuera del método de la sonda, ningún otro método radioscópico proporciona resultados que permitan al cirujano encontrar con seguridad el cuerpo extraño. Y dicho método, como antes dijimos, sólo puede aplicarse en casos limitados.

Pero nos podría servir tanto este como algunos de los métodos expuestos, en campaña y en los hospitales, en algunos casos donde la situación y magnitud del cuerpo extraño, la movilidad del herido y el espesor de la región sean favorables para la ejecución y el éxito de la operación.

Se han inventado aparatos muy complicados para salvar las dificultades que presenta este problema y se ha recurrido al cálculo con este mismo fin. Y entre todos estos esfuerzos tan laudables, no se destaca un método que por su sencillez, brevedad y precisión pueda decirse que ha despejado el campo de las dudas y la inseguridad que á todos las métodos acompaña.

Cuando la radioscopia fracasa como medio para localizar la situación de un cuerpo extraño en el organismo, porque el herido no soporta los necesarios movimientos que exige la exploración, ó porque el cuerpo extraño es demasiado pequeño, ó la región que se investiga demasiado gruesa, se recurre á los métodos radiográficos.

Estos ofrecen ventajas, en general, esenciales sobre los radioscópicos. La radiografía puede ejecutarse sin necesidad de cuarto oscuro, en plena luz; el herido no adopta posiciones dolorosas; las medidas se toman, no en la oscuridad, sino á la luz del día y sobre las placas; las sombras impresas en las placas son fijas, no oscilan, siendo su medición más exacta que en la fluoroscopia, y el operador trabaja con más comodidad. El único inconveniente que puede atribuirse á los métodos radiográficos es el de necesitar más tiempo en su ejecución.

Los procedimientos radiográficos son también numerosos, pero muchos de ellos y los más importantes corresponden á los radioscópicos, usados por medio de las placas fotográficas. Con ellas se resuelve el problema de la localización aunque no con precisión matemática.

En las extremidades suele bastar el procedimiento de la proyección en dos planos perpendiculares sobre dos placas sucesivamente impresionadas, es decir, una en dirección ántero-posterior y la otra en dirección transversal. La primera señalará la altura del cuerpo sobre la placa y la segunda posición el plano ántero-posterior en que se encuentra. El cruzamiento de ambas proyecciones perpendiculares determina aproximadamente la situación del proyectil.

Antes de proceder á la técnica de estas operaciones radiográficas conviene hacer un examen radioscópico que sirva de orientación al radiólogo para evitar fáciles errores de proyección.

Cuando se trata de un cuerpo extraño en la órbita recomienda Stock, antes de comenzar la radiografía, colocar un pequeño fragmento de plomo en el ángulo externo del ojo, otro en el interno del mismo y otro grande en el centro del borde superior de la órbita. Dos radiografías, una en proyección ántero-posterior y la otra perpendicular á ésta, determinarán perfectamente la localización del cuerpo extraño.

Pero el método de los dos planos perpendiculares que se aplica con algún éxito en las extremidades, como otros métodos usuales, hace suponer que bastan dos proyecciones para determinar la situación del proyectil; y esto no es exacto. Un proyectil implantado en el espesor del muslo, por ejemplo, reclama para su determinación: señalar su altura sobre la placa (considerando al individuo que se explora acostado) ó sea el plano transversal horizontal; su situación lateral ó de dentro á fuera, ó sea el plano longitudinal (súpero-inferior) perpendicular; y su situación de atrás adelante, representada por el plano perpendicular transversal (mirando al individuo acostado desde los piés á la cabeza). Por consiguiente, todos los procedimientos que no abarquen los tres planos enunciados, son defectuosos ó inexactos.

Perthes emplea un procedimiento muy sencillo y, como veremos después, muy exacto. Es el siguiente:

Impresiona sobre una placa la región que se explora, desplaza el tubo paralelamente á aquélla unos siete centímetros y vuelve á impresionar la región sobre la misma placa. Con lo cual se obtiene una imagen doble del proyectil. Existe una relación constante entre la distancia de las dos manchas del proyectil, el desplazamiento del tubo la altura del mismo y la del cuerpo extraño sobre el plano de la placa. Los procedimientos radiográficos más exactos son análogos á éste y tienen el mismo fundamento. El del compás de Furstenan se apoya en el método de Perthes.

Basta una simple inspección de la *fig. 78* para comprender el principio en que se funda este procedimiento. Los puntos *t t* proyectan sobre el plano de la placa *A A,* las dos sombras *b b* del proyectil *P,* cuya altura respecto de la placa está determinada por la perpendicular *P c.* Se deduce del examen de esta figura que, conociendo la altura del tubo *t* sobre la placa A, la distancia entre sí de las dos posiciones del tubo *t t* y la de las dos proyecciones *b b*, conoceremos la altura P *c* del proyectil sobre la placa.

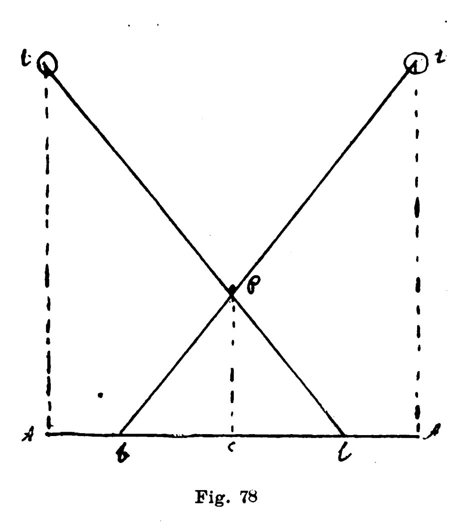


Fig. 78

Deseábamos saber si esto, que geométricamente es exacto, llevado á la práctica nos daría la misma exactitud en sus resultados. Con este fin dispusimos un pequeño soporte *(fig. 79)* por cuya varilla vertical graduada en milímetros, se desliza un brazo horizontal que sostiene una esferita de metal de cinco milímetros de diámetro. Colocamos un tubo Rontgen á 50

centímetros de altura para impresionar la esferita de metal sobre una placa, y seguidamente desplazamos 20 centímetros el tubo en dirección paralela á la placa, impresionando segunda vez ésta. Tomada en la placa la distancia de las dos sombras del proyectil, resultó precisamente exacta la relación constante que existe entre este dato, la altura del tubo sobre la placa y el desplazamiento de las dos posiciones del tubo. Esta operación hube de repetirla seis veces con el pié soporte indicado. Para acercarme más á la realidad dispuse de un tarugo de madera de 25 centímetros de grueso. En él se practicaron varios agujeros á distintas alturas, é introduciendo en los mismos una esferita de metal, pudimos comprobar la exactitud del referido procedimiento de Perthes.

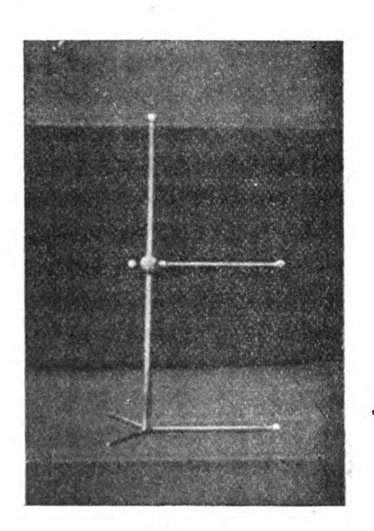


Fig. 79

Pero hasta aquí solo hemos determinado un plano de los tres que como antes afirmamos son necesarios para obtener el sitio de un proyectil. Hay que determinar el plano longitudinal perpendicular, es decir, el plano de dentro afuera, ó viceversa, en que se halla el proyectil, ya que hasta aquí solo hemos hallado el plano horizontal, ó sea la altura. Con este fin se coloca, siguiendo en esto el proceder de Furstenan, un cuerpo metálico (una esferita de metal) sobre un punto de la región á explorar, el cual se marca con tinta; se traza una perpendicular desde el focus ó centro generador de los rayos á la placa, que pase por dicho cuerpo metálico, con lo cual ya tenemos un punto fijo y seguro de referencia respecto del proyectil que se trata de localizar. Impresionada la placa en tales condiciones, obtendremos sobre la profundidad del proyectil, que de antemano conocemos, el plano lateral del mis-

mo, y además, el otro plano que nos falta, ó sea el transversal perpendicular, el que denuncia la situación del proyectil desde los piés á la cabeza.

Sin embargo de lo dicho últimamente, si nosotros medimos sobre la placa la distancia que nos dé la mancha del cuerpo metálico á la del proyectil, no obtendremos con exactitud el plano real que ocupa el proyectil respecto del del cuerpo metálico, por la sencilla razón de que la mancha del proyectil corresponde á una proyección oblicua, lo cual origina un error, mayor ó menor según sea su profundidad y la distancia á la perpendicular del cuerpo metálico. Este error está salvado con una cuadrícula que hemos mandado construir y de la cual nos vamos á ocupar seguidamente. Con objeto de simplificar y reducir todos los problemas que se presenten á un caso particular, en lo que se refiere á la altura del tubo y su desplazamiento, como datos para resolver el problema de la localización de un proyectil, hemos fijado la altura del tubo en 50 centímetros respecto de la placa y 20 centímetros el desplazamiento del mismo. Con esta altura se dominan todos los espesores de todas las regiones del cuerpo humano. La de 60 centímetros que ha señalado Furstenan nos parece excesiva, tanto más si el desplazamiento es de 7 centímetros como ha hecho dicho autor, porque las proyecciones son tan reducidas que se hace más difícil la medición de las sombras en la placa, y el tiempo de exposición habría que alargarlo en proporción relativamente considerable. Si acortamos la distancia de los 50 centímetros, la imagen radiográfica aparecerá agrandada en demasía ante un caso de espesor considerable, y los objetos impresionados presentarán una penumbra perjudicial para las mediciones. El desplazamiento de 20 centímetros es el necesario para la mejor proporcionalidad respecto de la altura señalada y separación de las sombras proyectadas.

Sobre la base de la altura de 50 centímetros y 20 de desplazamiento del tubo, hemos construído una cuadrícula por medio de la cual hallamos la situación de un proyectil alojado en el cuerpo humano sin necesidad de hacer uso de fórmulas de ninguna clase, restar ni sumar cantidad alguna.

La Cuadrícula consiste en una plancha de metal de 20 centímetros de altura por 15 de ancho, cuadriculada en centíme-

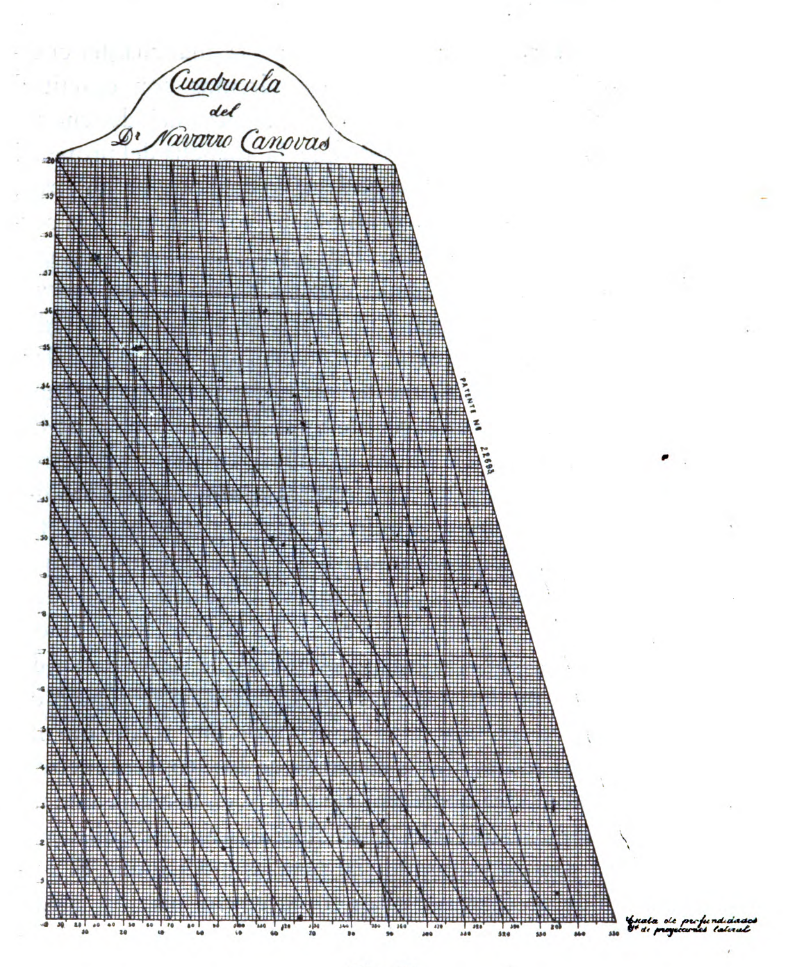


Fig. 80

tros y milímetros. Sobre la misma se han trazado dos sistemas de oblicuas con sus correspondientes escalas *(Fig. 80):* una, la de profundidades, ó sea la de la altura del proyectil sobre el plano de la placa; la otra, es la que expresa el plano lateral y el

transversal, pues para hallar ambos planos se utiliza, respecto del cuerpo metálico que utilizamos como punto de referencia.

Las oblicuas de la escala de profundidades cortan una perpendicular á las diferentes alturas de 1, 2, 3, 4, 5, etc., etc., hasta 20 centímetros. A cada una de estas proyecciones corresponde una distancia fija, precisa, entre las dos sombras de un proyectil obtenidas sucesivamente en una placa impresionada dos veces bajo el desplazamiento señalado de 20 centímetros. Un proyectil situado á un centímetro de altura sobre la placa origina un desplazamiento en la misma de 4 milímetros; á 2 centímetros, de 8 milímetros; á 3 centímetros, de 13 milímetros, y así sucesivamente hasta 20 centímetros de profundidad, según puede verse en la Cuadrícula. Estas cantidades están comprobadas por el cálculo.

Por consiguiente, basta tomar con la Cuadrícula la distancia en la placa de las dos manchas de un proyectil y ver la cifra correspondiente en la escala de profundidades, para saber la profundidad del proyectil.

El otro sistema de oblicuas que aparecen dibujadas en la Cuadrícula, terminan en el borde inferior á las distancias entre sí de 1, 2, 3, etc., etc., centímetros hasta 15, y señalan la proyección oblicua del proyectil, cuya situación se trata de averiguar, respecto del cuerpo extraño determinado por la perpendicular del borde izquierdo.

Para determinar el plano que ocupa el proyectil respecto del cuerpo metálico punto de referencia, se mide con la Cuadrícula (escala de proyección lateral), la distancia existente entre ambas manchas, á partir de la perpendicular, y siguiendo la oblicua correspondiente hallaremos el plano que se busca en el punto en que ésta encuentre á la línea horizontal cuya profundidad tenemos hallada de antemano.

El tercer plano, ó sea de delante atrás, se obtiene de la misma manera.

En una palabra, determinada la profundidad del proyectil y su distancia respecto del cuerpo metálico, ya sabemos donde se encuentra aquél.

Para llegar á un resultado preciso es necesario seguir una técnica cuidadosa. Como se trata de obtener una cantidad lo más exacta posible, hay que adoptar las mayores precauciones para que sean exactos los términos del problema.

En las regiones de mucho espesor nos permitimos recomendar el empleo de dos placas, porque con una sola hemos observado en nuestros ensayos que al impresionar la segunda vez la placa, el proyectil no suele dejar manchas, sin duda por agotamiento de la sensibilidad de la placa.

El impresionar dos placas sucesivas para hallar la profundidad del proyectil, ofrece la ventaja de que se obtienen dos radiografías buenas en vez de una mala, pero tiene el inconveniente de que es punto menos que imposible sustituir la placa primeramente impresionada por la segunda sin que varíe la posición de la región que se explora, lo cual sería causa de un error importante en el éxito operatorio. Este inconveniente lo hemos salvado mediante la construcción del aparato cuyo dibujo se adjunta *(fig. 81)*. Consta de un pie que sostiene un vástago vertical dividido en centímetros y milímetros, el cual termina por su extremo superior en una tabla de 24 × 30 centímetros. Mediante un sistema de cremallera, se eleva más ó menos la tabla con el vástago. Colocado el trípode bajo la cama radiográfica y la placa sobre éste, se impresiona la misma, una vez puesto el tubo á la altura conveniente y según la técnica que vamos á explicar. Impresionada la placa, sin que el enfermo se mueva lo más mínimo, se baja la tabla por el juego de cremallera, se retira la placa y se coloca otra en idéntica posición, para lo cual basta con que un ángulo de la placa coincida con otro de la tabla. Se sube ésta hasta la misma altura de la posición anterior, la cual conocemos por la graduación que ostenta el vástago del trípode, y se impresiona. Como se ve, no ha habido necesidad de que el paciente se mueva para impresionar las dos placas en idéntica posición. Se revelan ambas y se mide la distancia de las sombras del proyectil á un mismo borde de aquéllas, y la diferencia nos dará en la Cuadrícula la profundidad en milímetros del proyectil, en la misma forma que cuando se impresiona dos veces una sola placa.

La altura del tubo sobre la placa la tomamos desde el botón metálico en que termina el diámetro principal de aquél, en cuyo diámetro ó eje principal se encuentra el punto de fusión

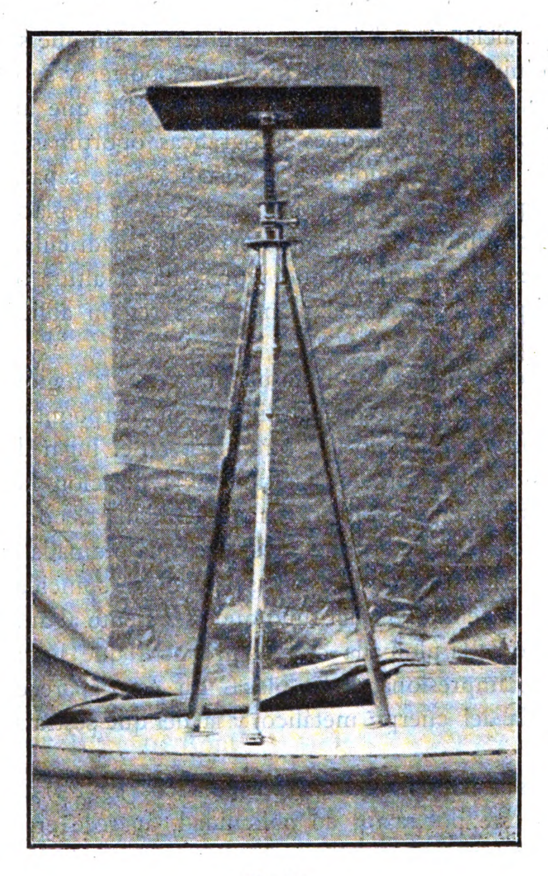


Fig. 81

donde se engendran los rayos Rontgen principales que hemos de utilizar, hasta la placa, en dirección perpendicular.

Técnica del método del autor.—La técnica del procedi miento que seguimos y recomendamos, es la siguiente:

Previo un examen radioscópico para determinar la región

donde se encuentra el cuerpo extraño, se coloca el tubo Rontgen en posición perfectamente horizontal y á 50 centímetros de altura sobre la placa. Esta altura se mide desde el botón metálico en que termina el diámetro principal del tubo, ó sea desde el extremo del cátodo. Impresionada la placa, se desplaza el tubo paralelamente á ésta 20 centímetros, sin que se mueva lo más mínimo ni el paciente ni el pie soporte, y se vuelve á impresionar la placa en idénticas condiciones que antes. Sometida ésta á las operaciones fotográficas oportunas, se mide desde dos puntos homólogos la distancia que separa las dos manchas que del cuerpo extraño aparecen en la placa, con la escala de profundidades (la superior) de la Cuadrícula, á partir de 0, y leemos la cantidad que representa la altura ó profundidad del proyectil sobre el plano de la región aplicada á la placa.

Después se marca con tinta un punto en la región que se explora, y en él se fija con aglutinante un cuerpo metálico (un pequeño proyectil). Colócase otra placa en el lugar de la primera, y sin haber variado la altura ni la posición horizontal del tubo, se hacen pasar los rayos perpendiculares por este proyectil, lo cual se determina mediante una plomada cuyo extremo superior por donde está suspendida, coincida con el centro de la hemiesfera del tubo que está frente al anticátodo, y el vértice de la plomada con el proyectil que hemos colocado, y se impresiona dicha placa. En ésta aparecerán dos manchas: la del cuerpo metálico y la del que se trata de averiguar.

Si R es la mancha del cuerpo metálico *(fig. 82)* y P la del proyectil, éste, por razón de oblicuidad, aparece en la placa más lejos del cuerpo metálico R, representante de la normal, de lo que está en realidad.

Para corregir este error de oblicuidad, se mide con la escala de proyección lateral (la inferior) de la Cuadrícula, á contar de 0, la distancia R *t*, y siguiendo la oblicua (del sistema de oblicuas que no cortan la perpendicular que está á la izquierda) más próxima de dicha escala hasta encontrar la horizontal cuya profundidad hemos hallado primeramente, tendremos en

el punto de cruce la distancia real R S á que se encuentra el proyectil P, cuya situación se trata de averiguar, del cuerpo metálico R, punto de referencia.

Esto mismo se repite con la distancia R *l*, que queda reducida á R *n*. Con ambas medidas formamos un rectángulo cuyo vértice *a* señala la situación real del proyectil con relación al cuerpo metálico R. A partir de este punto se reconstruye sobre la piel el rectángulo R S *a* *n*.

Para señalar en el tubo el punto desde el cual se suspende la plomada, trazamos con una cinta métrica una línea que siga el meridiano longitudinal de la hemiesfera del tubo que está frente al anticátodo, desde la línea media del cuello catódico á la misma del anticatódico (ó del ánodo auxiliar, según el modelo del tubo que se emplee), y se repite esta operación sobre el meridiano transversal medio, para lo cual nos ha servido como punto de referencia el tubito del dispositivo de regeneración del tubo Rontgen. El punto de cruzamiento de ambas líneas meridianas corresponde al paso de los rayos Rontgen normales que hemos de utilizar.

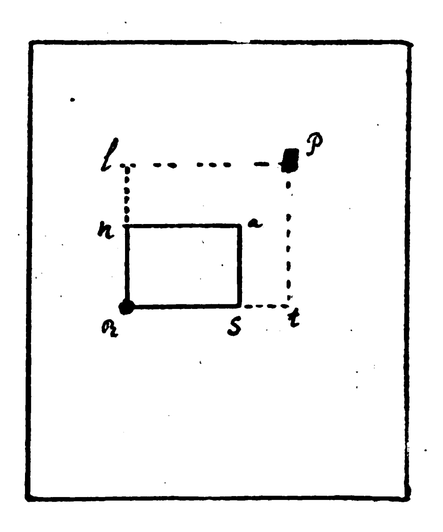


Fig. 82.

Con lo expuesto basta para resolver el problema de la localización en la mayoría de los casos en que las regiones no sean de muy grande espesor y ofrezcan al mismo tiempo partes óseas que sirven de orientación para la intervención quirúrgica.

Pero cuando estas circunstancias no se reunan y el problema se presente más dificultoso, recomendamos el uso de dos placas en vez de una para determinar la profundidad del pro-

yectil. Porque con una sola placa puede no impresionarse segunda vez ésta por extinguirse la sensibilidad de la misma en la primera exposición.

Para evitar que el paciente se mueva lo más mínimo al retirar una placa y colocar otra en idéntica y exacta posición, se hace uso del trípode adjunto *(fig. 81)*. Consta de un pie que sostiene un vástago vertical dividido en centímetros y milímetros, á cuyo extremo superior va firmemente unida una tabla de 24 × 30 centímetros. Mediante una cremallera se eleva y baja la tabla con la placa que hemos colocado, hasta que ésta queda aplicada á la región y á la distancia de 50 centímetros del tubo. Impresionada la placa, se baja la tabla por el juego de cremallera, se retira aquélla y se coloca otra en idéntica posición, para lo cual basta con que un ángulo de la placa coincida con otro de la tabla. Se sube ésta hasta la misma altura de la posición anterior, la cual conocemos por la graduación que ostenta el vástago del trípode.

Impresionadas las dos placas, se mide la distancia de las sombras del proyectil á un mismo borde de aquéllas, y la diferencia nos dará en la cuadrícula la profundidad en milímetros del proyectil, en la misma forma que cuando se impresiona dos veces una sola placa.

Se puede llevar á cabo el procedimiento de manera que el cirujano pueda operar sobre el enfermo sin necesidad de consultar los radiogramas.

Si se trata, por ejemplo, de un proyectil alojado en el muslo y obtenemos el radiograma para determinar la profundidad en proyección ántero-posterior, pueden ocurrir dos casos: Primero, que el proyectil se encuentre próximo al plano anterior, y entonces, si el cirujano ha de intervenir por dicho plano, tendremos que restar del espesor total del muslo la profundidad del proyectil al plano posterior, y la diferencia hallada nos dará la distancia del proyectil al plano anterior. Como en este hemos señalado sobre la piel el punto de referencia de la perpendicular, sobre la misma podremos trazar el rectángulo correspondiente con los datos de la proyección lateral de la cuadrícula para conocer la situación del proyectil. El caso segundo es

cuando el proyectil se encuentre cerca del plano posterior. Entonces hay que señalar en éste el punto correspondiente á la perpendicular, trazada con la plomada sobre el plano anterior. Para ello se hace uso del pequeño soporte representado en la *figura 79*. El extremo de la rama horizontal superior, que es paralela á la inferior y debe estar en el mismo plano, se aplica sobre el punto de la piel que hemos marcado con tinta, hallándose el trípode descansando sobre un plano, y en estas condiciones, el extremo de la rama inferior nos señalará el punto correspondiente de la perpendicular en el plano posterior, que marcaremos con tinta. Sobre este punto se construye el rectángnlo como en el plano anterior hicimos antes, pudiendo entonces intervenir el cirujano sin consultar la radiografía.

Recientemente hemos tenido ocasión de aplicar este método con la cuadrícula en un herido por bala Mausser en Melilla. Una radiografía de la pierna del herido nos descubrió casualmente la presencia del proyectil, que se hallaba muy superficial. Al tacto se notaba un extremo del mismo, por tanto conocíamos su situación. Procedimos como si desconociésemos ésta, y la obtuvimos siguiendo la técnica descrita; con toda precisión.

Posteriormente hemos comprobado la misma en cuatro casos con proyectiles en el muslo.

Hay una parte del cuerpo, y es la de la pelvis, donde la compresión que ejerce naturalmente el peso del cuerpo en decúbito supino deforma la región nalgar, lo cual puede ser motivo de error, ajeno al procedimiento .En este caso nos permitimos recomendar la posición en decúbito prono del paciente. De esta manera, descansa la pelvis sobre las apófisis iliacas anteriores y el pubis y no hay, por tanto, deformación de los tejidos blandos. Habremos hallado la profundidad del proyectil sobre el plano anterior del cuerpo, y si el cirujano por la situacion del proyectil tiene que atacar con el bisturí por el plano posterior, no hay más que restar la cantidad de la profundidad hallada de la del espesor total ántero-posterior de la pelvis, para conocer la distancia á que se halla el proyectil del plano posterior.

Cuando se sospeche ó se sepa que el proyectil se encuentra en órganos, como el pulmón, dotados de movimientos, hay que impresionar las placas con la respiración suspendida y en muy poco tiempo, haciendo uso en caso, necesario, de la cartulina de reforzamiento para acortar el tiempo de exposición.

Para terminar diremos, que hemos comprobado experimentalmente mediante el aparato representado en la *(fig. 79)*, la exactitud de la determinación del centro de la hemiesfera anticatódica por donde pasa el rayo normal.

Como los dos brazos horizontales son de igual longitud y perpendiculares al vástago que los sostiene, cuando sean paralelos en un mismo plano, la normal que pase por la esferita superior, procedente de un tubo colocado horizontalmente, pasará por la inferior, y si en estas condiciones impresionamos una placa, se proyectará la esferita superior sobre la inferior y obtendremos una sola mancha. Y así es en efecto.

En resumen: El método que hemos expuesto está fundado en el procedimiento de Perthes y en el de Furstenau, y tiene aplicación por medio de una cuadrícula.

La altura y el desplazamiento que hemos señalado al tubo dan por resultado una separación considerable de sombras que su permite medirse con gran facilidad y precisión.

La cuadrícula es de fácil manejo, muy sencilla aplicación y gran exactitud.

Con esta cuadrícula no es necesario un tubo especial, como el esterescópico, que es muy caro, pues sirve cualquier tubo.

Por medio del trípode pueden impresionarse dos ó más placas sin que el paciente cambie de posición.

Mediante el pequeño soporte se señala el punto de la normal opuesto al de la entrada de los rayos, lo cual nos sirve para conocer el punto por donde el cirujano ha de intervenir sobre el plano de la región correspondiente.

Aplicando este método se puede practicar la extracción de un proyectil sin que el cirujano tenga que examinar la placa.

La operación más delicada de la técnica es el señalamiento del centro de la hemiesfera anticatódica, porque un error de la

misma, es transmitido al resultado final de la localización. De esperar es, que los fabricantes de tubos Rontgen, construyan éstos con dicho centro marcado, ahorrando, con ello al radiógrafo tiempo y un posible error, aunque de escasa importancia, para resolver el tan interesante problema que nos ha ocupado.

PARTE TERCERA

I

Diagnóstico radiológico en medicina interna

El examen radiológico del cuerpo humano, aplicado con fin diagnóstico, exige en el operador el conocimiento de los órganos y tejidos en estado normal, como tipo de comparación respecto del de las lesiones patológicas que se presentan en el estado morboso. Hace falta cierto hábito de interpretar las imágenes radiológicas en concepto de proyecciones, que es como aparecen á la vista del observador, según la orientación en que son obtenidas.

En general, el examen de los órganos dotados de movimientos como el corazón, la aorta, los pulmones, el estómago, etc., reclama el empleo de la radioscopia, la cual es superior en sus resultados á la radiografía. Por medio de la radioscopia aplicada al examen de esta clase de órganos se observa á éstos en función, con los movimientos que les son propios, normales ó patológicos, pero en cambio no se logra el detalle de estructura de los tejidos que es capaz de descubrir la radiografía, singularmente cuando se hace uso de la instantánea.

Para los demás órganos y aparatos como el locomotor, el génito-urinario, etc., la radiografía es superior á la radioscopia. Pero ambos se auxilian y complementan, siendo el primero muchas veces un medio de orientación previa para el segundo.

El reconocimiento radioscópico del pecho debe practicarse, siempre que sea posible, de pié, en distintas proyecciones, siendo preferible la póstero-anterior, y con diafragma. Se invitará al paciente á respirar ampliamente y á contener la respiración en inspiración profunda.

La radiografía del pecho exige casi siempre la proyección póstero-anterior, y debe ser instantánea ó de momento (breves segundos con tubo medio blando), y en inspiración forzada.

Las sombras correspondientes á los órganos contenidos en la cavidad torácica cambian según la proyección en que se inspeccionen (ántero-posterior, póstero-anterior, lateral y oblicuas) por lo cual conviene conocer su disposición morfológica estudiando la *Tabla I.*

La franja clara, vertical, que se observa á la altura de la columna cérvico-dorsal pertenece á la sombra de la tráquea. Su situación anormal es síntoma de su dislocación *(Tabla I, fig. 1-5).* En un radiograma puede reconocerse también la compresión de dicho órgano. En la abolición rápida de la capacidad de un pulmón, y muy singularmente en la estenosis bronquial, se disloca el mediastino hacia el lado enfermo del torax, como fenómeno de compensación inspiradora.

Es muy frecuente observar el infarto de los glanglios bronquiales en la tuberculosis del pulmón, y en el periodo premonitorio, cuando los síntomas clínicos son insuficientes para formular un diagnóstico seguro.

Los gruesos troncos bronquiales del ilio pulmonar, que en estado normal se distinguen entre sí, como así mismo los ganglios propios de esta región, aparecen en la tuberculosis incipiente confundidos en una sombra común que se extiende de arriba á abajo á los lados del mediastino, y más ó menos hacia fuera según el avance del proceso fímico. Estas lesiones subsisten muchas veces, según tenemos observado, sin que el parénquima pulmonar se halle interesado y, por consiguiente, sin que

se aprecien síntomas estetoscópicos. Otras veces, por el contrario, se localiza la lesión en los vértices, que es lo más frecuente, ó más abajo, pero rara vez en las bases, á las que invade el proceso en periodo avanzado de la enfermedad.

La infiltración tuberculosa se manifiesta por manchas de variable extensión *(Tabla 1.ª, fig. 3.ª)*. Las cavernas pequeñas se reconocen igualmente por manchas de variable amplitud *(Tablas I, II, figs, 3 y 12)*. Un anillo obscuro que circunscribe un círculo claro cuyo borde se destaca con firmeza del disco central, mientras el exterior se desvanece poco á poco, es característico de cavernas destruídas y evacuadas. Las cavidades medio ocupadas por líquidos aparecen en disposición horizóntal *(Tabla I, fig. 3)*. Los cambios de aspecto de la sombra, antes y después de la espectoración, constituyen un síntoma cavernoso.

La granulia en el pulmón se caracteriza por una multitud de manchas diseminadas con bastante regularidad, de forma lenticular y del tamaño de la semilla de algarroba.

En individuos catarrosos crónicos de los bronquios, no tuberculosos, hemos observado mayor extensión y nitidez en la imagen de la arborización bronquial, lo cual puede interpretarse como manifestación de mayor condensación y engrosamiendo de los bronquios gruesos y finos.

En la peribronquitis, dice el eminente radiógrafo Holzknecht, el infarto pulmonar asimétrico y su aparición circunscrita en los lóbulos superiores hace sospechar la tuberculosis y en los inferiores la bronquiectasia.

En los pulmones, cuando la localización focal del proceso adquiere cierta magnitud, es sustituído el tejido normal de aquellos por otro patológico más denso y compacto, como ocurre en las lesiones neumónicas, gangrenosas, supuradas, infiltración tuberculosa, infarto, neoformación *(veáse Tabla I y II, figs. 3, 5, 6, 11 y 12)*, apreciándose, además, la formación lardácea de la pleura y los derrames pleuríticos *(Tablas I y II, figuras 4, 8 y 11)*. Por el contrario, el campo pulmonar se aclara (en la imagen fotográfica) y es sustituído por tejido pulmonar rarefacto en el enfisema, en los focos cavernosos y neumotoras *(Tablas I y II, figs. 3, 5 y 12)*.

La neumonía lobar *(Tabla I, fig. 6)*, da imágenes típicas, geométricas, de la forma del lóbulo pulmonar afecto, que á veces imitan á la tuberculosis y tumores. Por la disposición oblicua de los límites lobulares, se presta á error de interpretación la infiltración de grandes focos en los lóbulos. Los infartos se distinguen casi solamente por su contraste suave de los focos de condensación, como la gangrena y los abcesos, cuya localización radiográfica se hace necesaria ante una intervención quirúrgica. Los derrames pleuríticos *(Tabla I, fig. 10)* se depositan casi siempre en las bases y están limitados por arriba oblicuamente en dirección hacia abajo y de fuera adentro *(Tabla J, fig. 1)*, dislocando el mediastino y, muchas veces, el corazón.

Las manchas de figura circular, con bordes regulares y redondeados, corresponden á metástasis de tumores malignos y á equinococos del pulmón *(fig. 12)*.

Las sombras densas de los derrames no señalan distinción alguna respecto á la naturaleza del derrame (exudado, trassudado, sangre, pus). Su movilidad suele ser escasa, pero algunas veces puede apreciarse en radioscopia imprimiendo ligeros movimientos al enfermo. El derrame combinado con neumotorax se caracteriza por su horizontalidad invariable *(Tabla I fig. 5)*. El nivel del derrame no suele aparecer muy limitado, debido á que entre el líquido y el tejido pulmonar sano existe una zona de depósitos fibrinosos más ó menos extensa que reduce el contraste.

Se descubren con claridad muchas veces las adherencias costo-diafragmáticas, bajo la forma de bandas curvas de convexidad interna extendidas entre ambas paredes del ángulo costo-diafragmático.

Observado el pecho radiológicamente, pueden recogerse otros síntomas como la mayor extensión hacia abajo del campo pulmonar ,ó su reducción, la aclaración defectuosa de éste, la expansión insuficiente del ángulo costo-diafragmático, la reducción de la excursión expiratoria del diafragma y la disposición del corazón en forma de cuña.

El corazón y los vasos forman una sombra ancha por abajo

y estrecha por arriba *(Tabla I, figuras 1 y 7)*. Está limitada á la izquierda por tres curvas, algunas veces cuatro (aorta, arteria pulmonar, aurícula izquierda y ventrículo del mismo lado). A la derecha, por una línea vertical y un arco muy plano (cava descendente y aurícula derecha). Los bordes de estas sombras están dotados de los movimientos pulsatorios correspondientes. Los cambios de magnitud de las partes que integran la sombra del corazón y los vasos, modifican la forma general de éste *(Tabla I, fig. 7)* y corresponden á lesiones patológicas del mismo. La hiperemia de los grandes vasos determina la dilatación de sus sombras correspondientes; la dilación é hipertrofia del ventrículo izquierdo el ensanchamiento y prolongación de su punta; y la dilatación de la auricula derecha el aumento de la curva inferior del mismo lado. En conjunto, se verifica un cambio de la forma del corazón según sea la lesión orgánica del mismo que la origina. La forma esférica, de bola, que adopta el corazón, tiene su origen por una parte en el abombamiento de la curva inferior derecha y, por otra parte, en el de la curva superior izquierda perteneciente á la aurícula del mismo lado. Esta forma de bola es resultado de la insuficiencia mitral y se observa casi exclusivamente en los nefríticos. El abombamiento del arcó que forma la aurícula izquierda corresponde á una lesión mitral, y el de la aurícula derecha (Groedel) hace presumir casi siempre una insuficiencia tricúspide relativa. Las formas, pues, de bola, del corazón son patognomónicas de lesión mitral.

El corazón adopta también la forma de huevo; ésta es característica de lesión aórtica.

Existe una forma particular del corazón que es expresión de lesión cóngénita del mismo. Se reconoce en que un corazón de volumen normal presenta una excavación en el sitio correspondiente al arco pulmonar, por debajo del cayado aórtico. Esta depresión de la arteria pulmonar es casi siempre expresión de un vicio congénito, generalmente de persistencia del agujero de Botal.

Según Holzknecht, existe una relación constante entre la estatura del sujeto y el diámetro transversal del corazón. Obte-

nido un radiograma de este órgano á 1,5 ó 2 metros de distancia, estando el sujeto de pié, puede aplicarse el cuadro siguiente:

Estatura, centímetros............	125	150	160	175
Diámetro transversal del corazón...	10	11	12,5	13

Las variaciones fisiológicas de amplitud oscilan en un centímetro más ó menos.

La degeneración adiposa de la punta del corazón se manifiesta por la difuminación de esta parte. La curva del ventrículo izquierdo, que desciende oblicuamente hasta encontrar la línea convexa del diafragma, formando un ángulo obtuso con ésta en el corazón normal, se borra bastante al acercarse al diafragma y se forma un pequeño espacio triangular de aspecto nebuloso y más transparente á los rayos Rontgen que la masa restante del corazón.

Los grandes aneurismas de la aorta *(Tabla I, figuras 8* y *10)*, aunque físicamente no sean accesibles, radiológicamente se ponen de manifiesto sin dificultad. Se localizan por lo general en las porciones ascendente y descendente del cayado de la aorta, la cual en el estado normal permanece oculta detrás del puño del esternón en el lado derecho y sobresale ligeramente en forma de curva en el lado izquierdo (véase *Tabla I, figuras 8* y *9*).

Los tumores del mediastino se manifiestan por sombras que sobresalen por uno ó ambos lados *(Tabla II, fig. 11)*. El derrame purulento del mediastino posterior, á juzgar por un caso de observación propia, se caracteriza por una mancha extensa triangular de base superior y vértice inferior.

El esófago suele sufrir dislocaciones ó desviaciones sin trastornos de la deglución, que son resultado y síntoma primero de la presencia de tumores. Se descubren administrando una comida de prueba y practicando el examen en proyección oblicua *(Tabla II, fig. 13)*, según ya tenemos dicho.

Ciertos preparados de bismuto, admiministrados en combinación con el método de la sonda, permiten diagnosticar el di-

verticulo del esófago *(Tabla II, fig. 13);* sin embargo, basta la demostración de un saco lleno de la mezcla del bismuto con un fondo redondeado sin continuación hacia abajo en forma de embudo, para distinguir las dilataciones de las estenosis.

Las condiciones de densidad y transparencia de las vísceras abdominales no son favorables en condiciones normales para el examen radiológico. Solo se distinguen la columna vertebral y el fondo mayor del estómago que se halla ocupado por gases. Sin embargo, suele apreciarse en individuos delgados la sombra del hígado, y, á veces, hasta el bazo. Para poner de manifiesto el tubo intestinal es necesario administrar sustancias que den contraste.

La radiología del estómago ha adquirido gran desarrollo en estos últimos años gracias á los trabajos de investigación realizados por Rieder, Holzknecht, Haudek, Jonas, Schmieden, Hartel y Clairmont.

El estómago se reconoce estando el individuo que se examina de pie y administrando carbonato de bismuto suspendido en agua, á cucharadas de café. Se observa el descenso de esta sustancia por el esófago, deslizarse por la curvadura menor y depositarse en la parte más declive del estómago, que corresponde en el individuo sano al nivel ó por encima de la cicatriz umbilical, la cual, como punto de referencia para conocer si hay ó no descenso de la víscera, se señala con una moneda de dos céntimos ú otro cuerpo que proyecte sombra. En el fondo adopta la sustancia ingerida durante el ensayo la forma de media luna *(Tabla II, fig. 16 d),* y por medio de movimientos ejecutados con la mano se amasa el fondo del órgano contra la columna vertebral y hacia la porción pilórica, con lo cual se logra *(fig. 16 c),* hacer pasar el contenido al píloro (P *p),* y aun en muchos casos, al duodeno *(fig. 16 a),* que está separado del píloro por un través de dedo, correspondiente al esfinter pilórico.

La comida preparada con bismuto (carbonato de bismuto 40 gramos), obra en tal cantidad como laxante. El carbonato de bismuto se diluye en 300 gramos de leche y se añaden de 15 á 25 gramos de leche, para enmascarar el mal gusto que

deja el bismuto, y 300 gramos de sémola. Esta comida, que Rieder recomienda, no siempre se consigue la tomen toda los enfermos. Hay que tener presente que se trata de enfermos del estómago, y, por tanto, que su tolerancia para los ingesta suele ser muy limitada.

Por medio de la comida de prueba anteriormente mencionada, se puede apreciar la situación, forma y magnitud del estómago, caracteres que suelen depender principalmente de la tonicidad de sus paredes (Schlesinger). Con respecto á este particular pueden presentarse en circunstancias normales cuatro tipos ó formas distintos: estómago en forma de arco diagonal *(Tabla II, fig. 14)*, de aspecto tubular, estrecho en su porción pilórica (parte caudal en la pared abdominal anterior y la parte cardiaca en la parte media del vientre, bajo la mitad izquierda del diafragma); estómago encorvado en forma de cuerno, cuyo píloro (muy característico), es el punto más declive; estómago normal hipertónico del hombre y estómago hipertónico de la mujer.

Al examinar el estómago conviene observar su integridad, la limpieza de sus bordes, su espesor regular y su peristaltismo, cuyas contracciones se dirigen desde la parte media, donde toman origen, á la curvadura mayor, hasta que poco á poco desaparecen al llegar al píloro *(fig. 16 a)*, para volver desde este punto en sentido inverso al anterior, en forma de contracción concéntrica *(fig. 16 b)*. Una revolución de estómago tarda en desarrollarse veintiún segundos.

Las lesiones de importancia del estómago se pueden determinar (Holznecht) según su situación y magnitud: 1, por plenitud incompleta, no obstante el empleo de todos los medios que sirven para llenar todas sus partes (cantidad suficiente de comida, masaje). La repleción incompleta da entonces la clave respecto de la parte afecta del estómago, el lugar de la intumescencia dentro de la misma, su extensión y forma *(Tabla III, fig. 19, a-d, figuras 18, 23* y *26)*; 2, observando los contornos anormales (bordes dentados en vez de lisos *(fig. 19, a-d, 26)*; 3, por desigual espesor del contenido, espontáneo, ó provocado por la presión *(fig. 19, c, fig. 24)*; 4, por cesación

del peristaltismo y por peristaltismo patológico del antro *(fig. 18)*; 5, el antiperistaltismo (Jonas) observado hasta ahora en las lesiones importantes de la pared, no es en modo alguno un suceso raro, y no tiene nada que ver con un accidente de rotura *(16, a)*; 6, por defectuoso desplazamiento palpatorio del contenido gástrico; 7, por acortamiento de la pequeña curvadura y, á veces, de la gran curvadura (está muy pronunciado casi solamente en la úlcera); 8, por excavaciones diverticulares en la curvadura menor, generalmente con cámara de gas en lo alto del fondo gástrico *(Tabla IV, fig. 26)* (úlcera penetrante; Haudek); 9, por trastorno de la motitidad. A los cuatro estados de tonicidad corresponden 3, 4, 5 y 6 horas de tiempo de expulsión del contenido; la prolongación de varias horas es producida con más frecuencia por hiperclorhidria y espasmo, y el acortamiento por acolia. Los enfermos reciben 6 horas antes de cada reconocimiento gástrico y durante el examen una comida de Rieder (Haudek), *(Tabla IV, fig. 28)*.

Un tumor palpable, palpado al mismo tiempo que se ilumine el estómago ocupado, permite reconocer si es extraventricular *(fig. 7, T T)* ó si se confunde con la sombra del estómago; no pertenece á éste si se deja separar de él por medio de la mano; ó su situación corresponde á otras lesiones importantes observadas en el estómago.

Las imágenes fijas á la pared anterior del vientre no participan de la elevación de las vísceras durante la inspiración *(Tabla III, fig. 17, B E)*, y el estómago se eleva también solamente cuando no está sujeto por adherencias. Los puntos de sensibilidad á la presión, peristaltismo, etc., son reconocidos como los tumores intra ó extraventriculares.

La distensión, desplazamiento y deformación desde fuera *(Tabla III, fig. 20, a c)* á lo largo y en sentido transversal *(figura 15)* no constituyen ninguna dificultad diagnóstica.

La insuflación gaseosa del estómago solamente sirve para poner de manifiesto el fondo mayor del mismo.

Mucho menos fecundo en resultados es el examen del intestino, accesible por los mismos métodos. Los ingesta compuestos de bismuto pasan á las dos horas al intestino delgado

sin coleccionarse en el mismo, al cual prestan una mancha de aspecto marmóreo. A las 24 horas ó antes, llegan al colon, donde se depositan en masas contiguas que reproducen hasta cierto punto la forma de las concavidades del mismo.

Las estenosis de un tramo del intestino se distinguen por la acumulación de los ingesta durante largo tiempo, hasta que el peristaltismo intestinal vence la estrechez y hace avanzar al contenido. Con frecuencia se produce en estos casos hipermotilidad intestinal acompañada de diarrea. Las anomalías de situación del colon se descubren fácilmente.

Los cálculos de la vejiga, ureter y riñón se investigan radiográficamente, según ya hemos dicho anteriormente. Las pelvis renales se descubren inyectándolas con solución de colargol al 10 por 100.

II

Diagnóstico radiológico en medicina externa

Generalidades.—Las primeras aplicaciones del método Rontgen tuvieron lugar en la Cirugía. Es donde, sin duda alguna, ha encontrado el método un campo más extenso para prestar sus útiles servicios. Dentro de esta importante rama de la Medicina encuentra el método Rontgen su más principal empleo en las lesiones de los huesos y de las articulaciones.

No es infrecuente observar que el clínico afirme la ausencia de fractura y los rayos Rontgen demuestren lo contrario, y viceversa. La prueba radiológica, no sólo resuelve de un modo rápido y terminante el problema diagnóstico, sino que señala las condiciones de la lesión, sin que por otra parte se haya molestado al paciente con manipulaciones dolorosas que á veces agravan la lesión.

Entre una fractura conminuta y una subperióstica existe tal gradación en la intensidad de los síntomas, que hace evidente el diagnóstico clínico en el primer caso y dudoso en el último. Y si se trata de hendidura ósea, la duda sube de punto.

Por lo cual, no es extraño se haya observado que las fracturas son más frecuentes de lo que antes se creía y que las contusiones óseas lo son menos. Sirva de ejemplo la fractura de los metatarsianos, que tan raras se han considerado hasta que el

método Rontgen ha demostrado que los pies aspeados no son tales, muchas veces, sino asiento de la lesión referida. Algo parecido sucede en el cráneo y columna vertebral. Y no sólo esto, sino que cuando la fractura pertenece á una región envuelta por gruesas masas de tejidos blandos, se hace difícil apreciar por los medios ordinarios de exploración el volumen, el grado de deformidad del callo y la forma en que están coaptados los fragmentos, dando lugar á errores importantes del juicio diagnóstico. Hoy, con el método Rontgen están vencidas estas dificultades, y el cirujano espera el resultado del radiograma para obrar en consecuencia.

Se ha visto también que la curación ideal de una fractura, es decir, sin deformidad, es un caso verdaderamente excepcional, cosa que antes se consideraba como un hecho frecuente.

Para juzgar de una fractura bajo el examen Rontgen no basta en realidad con una sola prueba radiográfica, es decir, con una sola proyección, sino que precisa obtener la imagen en dos planos ó caras distintos.

Hay que tener muy presentes los cambios que experimentan los huesos con motivo del proceso de osificación, dando lugar en los jóvenes á piezas óseas múltiples que en el adulto constituyen un hueso solo. En los jóvenes, cuando aún no ha terminado el crecimiento, las epífisis aparecen como huesos distintos y pueden hasta hacer creer en una fractura. Además, es distinta la forma de los huesos en los niños que en el adulto, como sucede, por ejemplo, en los del tarso.

Ciertas lesiones, sin embargo, como la rotura de los ligamentos, no se descubren por los rayos Rontgen.

Por lo que se refiere á las fracturas, puede afirmarse que no existe ningún procedimiento que pueda compararse con el método Rontgen en precisión, sencillez y seguridad. Pero importa hacer notar la necesidad de saber traducir á un informe la importancia de la lesión y el trastorno funcional consecutivo. Se observan á menudo callos de fractura de considerables proporciones ó gran deformidad, sin alteración funcional importante, y viceversa; fracturas sin deformidad externa ni callo deformante, que imposibilitan una función tan importante

como la marcha. El radiólogo, como médico que es, ha de estudiar las condiciones anatomo-fisiológicas de cada caso particular con los datos que arroje el radiograma para emitir su dictamen.

Las luxaciones no constituyen dificultad diagnóstica alguna para el radiólogo, aunque se trate de subluxaciones, que suelen escapar al examen clínico con alguna frecuencia.

Los cuerpos extraños ocupan un lugar preferente en el método Rontgen, pues se puede determinar su magnitud y, lo que es más importante, su situación.

Se destacan con mayor nitidez los cuerpos metálicos, por diminutos que ellos sean, y las pequeñas esquirlas óseas desprendidas totalmente del hueso un largo período de tiempo antes de la observación radiológica. Seguramente, las esquirlas separadas del hueso y privadas de su natural nutrición, sufren un cambio importante en su composición química, que no debe ser otro, en nuestro concepto, que el de la reabsorción de los principios orgánicos, quedando un predominio de sales minerales que son las que dan el contraste metálico, según venimos observando hace años, y que en un principio nos hizo creer se trataba de partículas metálicas, pues tales observaciones pertenecían á heridos por proyectiles de arma de fuego.

Por lo que respecta á los cuerpos metálicos importa hacer una salvedad, y es la referente al aluminio, metal que por su escasa densidad es transparente á las rayos. Este hecho tiene su importancia práctica, puesto que como es frecuente la sutura de ciertas fracturas, como la de la rótula, con hilo de este metal, sería quimérico pretender descubrir un punto de sutura de esta sustancia para explicarnos, por ejemplo, un foco de supuración rebelde á tratamiento.

Hecha esta excepción, los demás cuerpos metálicos como el hierro, el cobre, el plomo, etc., se ponen de manifiesto por pequeño que sea su tamaño. Si se trata de una aguja, caso frecuente, hay que estar prevenido de que se la sorprenda en proyección perpendicular, no dando otra en este caso que la de un punto, el cual puede pasar inadvertido si no se hace un examen detenido del cliché

Trozos de vidrio ó de porcelana pueden quedar impresionados en la placa si no se hallan incrustados en regiones de grande espesor. Las astillas de madera y los trozos de las prendas de vestir no se descubren, pues son completamente transparentes.

Ciertas sustancias, como el subnitrato de bismuto, el yodoformo, el protargol, etc., disueltas ó en suspensión, nos pueden servir para determinar la dirección y profundidad de un absceso ó trayecto fistuloso, inyectándolas en estos. Claro está que siempre se tendrá en cuenta la dosis del medicamento inyectado y la región ú órgano donde se inyecte, para evitar todo peligro de intoxicación.

La periostitis origina un engrosamiento de esta membrana que se manifiesta por un ligero y suave relieve en la superficie del hueso, alterando la forma natural de éste.

La osteomielitis tuberculosa se caracteriza por la alteración que experimenta la estructura del hueso. La parte del cuerpo donde mejor y antes se aprecia este síntoma radiológico es en el pie. La arquitectura de los huesos del pie se borra, las laminillas óseas aparecen confusas, parece que el pie se ha movido durante la exposición á los rayos, y las superficies articulares no se presentan limitadas ni con el contraste que es propio del pie normal. Los numerosos radiogramas de pies tuberculosos que hemos obtenido nos han convencido de que la tuberculosis del pie, que en un principio se diagnostica por artritis de naturaleza dudosa, comienza por el tejido reticular del hueso, pues siempre hemos observado en el primer período de la enfermedad, más pronunciada la lesión en el hueso que en las articulaciones.

Cuando la lesión avanza y destruye el tejido óseo, se observa en el cliché una mancha más oscura que corresponde al proceso de rarefacción del hueso, en cuyo punto, por tanto, se hace más transparente.

Las osteitis sifilíticas ofrecen análogos caracteres á los del segundo período de la tuberculosis que acabamos de exponer. Algunas veces se forman secuestros que se destacan perfectamente en la imagen.

Son frecuentes los tumores óseos, entre los cuales se pueden incluir las periostitis; estas forman depósitos calcáreos en la superficie del hueso que carecen de toda estructura, dando á la imagen un aspecto uniforme. Las exostosis forman igualmente relieve sobre el hueso y aparecen constituídas por tejido compacto unas veces y por esponjoso otras. Estas últimas comprenden hasta el conducto medular. Los osteomas adoptan una forma arborescente, y ciertos osteosarcomas la de una esponja de grandes células.

Los condromas pueden verse también en la placa radiográfica, aunque por ser pobre en sales de cal el tejido que los forman, dan una sombra de poco contraste.

El tejido óseo que rodea al encondroma posee generalmente un espesor normal, mientras es permeable la masa cartilaginosa. Cuando el tumor adquiere mayor volumen, aparece de aspecto lobulado, no presentando diferencia con el sarcoma, que tiende á extenderse hacia la periferia. Estos últimos suelen localizarse en las extremidades de las diáfisis y nó sobre las epífisis.

Ciertas metástasis pueden ponerse de manifiesto por medio de los rayos Rontgen, pues algunos autores, entre ellos Gocht, y Hoffa, las han observado de carcinama de la mama en las tres primeras vértebras cervicales.

Tampoco escapan al método Rontgen las miositis osificantes, como procesos que prestan á la imagen un contraste mayor que la masa muscular donde se desarrollan.

En la tuberculosis ósea distingue Kohler radiográficamente tres tipos distintos, cuyos signos son los siguientes:

En el primer tipo demuestra la imagen solamente atrofia difusa muy acentuada del hueso; en el segundo existe atrofia difusa de grados diferentes, y en partes aisladas del hueso se aprecian manchas irregulares y un punteado. En el tercer tipo falta completamente la atrofia.

Lo cierto es que en los huesos se altera la estructura, y que se presenta un moteado característico de la tuberculosis, signo valioso para el diagnóstico precoz de este proceso. Estos signos se destacan en la placa con un color blanco, lo que prueba una

densidad mayor de este tejido patológico que la del normal, es decir, todo lo contrario de lo que afirma Hoffa, quien dice que el hueso se hace más transparente.

En todos los casos de esta índole hemos observado siempre que la articulación estaba invadida por el proceso, apareciendo más ó menos borrosas las líneas articulares, lo cual hace difícil resolver el punto por el cual la enfermedad tomó origen; si por el hueso ó por la articulación, aunque nos inclinamos por lo primero. Sobre este particular afirma Hoffa que ha visto casos, aunque extraordinariamente raros, en que la enfermedad, localizada en la articulación, había respetado el hueso. Lo cual demuestra que casi siempre, si no siempre, se trata de osteo-artritis, no artritis ni osteitis aisladas.

Para estudiar con mayor detalle las articulaciones emplean con gran éxito Robinsohn, Hoffa y Verndorff, inyecciones de oxígeno en las mismas con objeto de establecer un contraste más vivo en la cavidad.

La tuberculosis articular altera la densidad del tejido sinovial en forma que casi desaparecen las líneas articulares, las cuales pierden su contraste con los huesos y tejidos adyacentes, adquiriendo un aspecto borroso y vidrioso al mismo tiempo.

Por lo que respecta á los huesos, atribúyese á un proceso de decalcificación el cambio que muestran en la imagen. Con los progresos de la curación del proceso vuelve á su primitivo estado el aspecto del hueso, según se observa al reaparecer en la imagen sus vivos contornos.

La osteomielitis crónica se manifiesta por un engrosamiento que aumenta primero y después disminuye. Este engrosamiento se extiende á toda la periferia del hueso y es resultado de una periostitis osificante que da un marcado contraste. Cuando se forma un secuestro, se denuncia éste sin dificultad.

En la sífilis se observa esta clase de lesiones cuando la infección ha entrado en el tercer período. Se trata casi siempre de periostitis osificantes. Los huesos afectos conservan su forma normal; aparecen manchas en forma de franjas anchas hacia la periferia del hueso, lo que hace difícil distinguir esta

afección de otras ya mencionadas. Muchas veces se observan flexiones é incurvaciones irregulares de los huesos de una solidez que varía notablemente. Se distinguen prominencias y hoquedades, lo cual hace suponer que se trata de periostitis con el doble carácter de osificante y rarefaciente.

También se descubren los gomas que atacan á los huesos.

Según Kohler, en las afecciones sifilíticas de las articulaciones y, sobre todo, en la artritis deformante, desaparecen las líneas articulares, mostrándose el cartílago corroído y adelgazado.

Iguales imágenes se observan también, según el citado autor, en el período inicial de las artropatias tabéticas, caracteres que después se pronuncian todavía más. Hoffa ha observado en tales casos, fragmentos de huesos desprendidos de las extremidades articulares.

En el raquitismo y la osteomalacia, no solamente se descubren sus lesiones con el método Rontgen, sino que puede seguirse el curso de las mismas desde el principio hasta el fin. Según Hoffa, se distingue con gran claridad la diferencia de densidad de los huesos, los cuales son pobres en cal, y según sea la proporción que de esta sustancia entra en su constitución, así se destacan más ó menos En estos casos se borra la estructura del hueso.

En el raquitismo está alterado el cartílago epifisario, singularmente en los límites con la cavidad medular. Además, la línea epifisaria es irregular, en forma de zig-zag, en vez de rectilínea y perpendicular al eje del hueso.

Con el método Rontgen se pone de manifiesto asimismo el desarrollo del esqueleto en el gigantismo y el enanismo, así como los trastornos de crecimiento de los huesos en el cretinismo.

La atrofia de los huesos se consideraba antes erróneamente como resultado de falta de función; como origen único de la misma se señaló la permanencia en reposo prolongado de los miembros correspondientes. Hoy se admite que en este proceso toman parte varios factores. Se cree por muchos que la atrofia depende en primer lugar de trastornos circulatorios

consecutivos á ciertos procesos del sistema nervioso, acaso de naturaleza trofoneurósica, ó resultado de procesos ó fenómenos reflejos.

Por el examen Rontgen se descubre el estado y la marcha de la osificación en los niños.

Con el auxilio de la instantánea se observan las lesiones que en los vasos imprime la degeneración calcárea, cuando ésta se halla localizada en regiones de poco espesor como la mano y tercio inferior de la pierna. Las arterias afectas de este proceso aparecen tortuosas y nodulosas.

Parte especial.—Cabeza y cuello.—La aplicación más importante de los rayos Rontgen en la cabeza es seguramente la referente á la demostración y localización de los cuerpos extraños, entre los cuales se destaca, en primer lugar, la de los proyectiles. La rigidez de las paredes del cráneo es una circunstancia que favorece la resolución del problema de la localización de los proyectiles. En esta parte del organismo, como en las demás, el cuerpo extraño puede provocar fenómenos de intolerancia desde un principio ó después de un cierto tiempo, que obliguen á pensar en una intervención, y en tal momento se impone un examen radiológico detenido que allane al cirujano el camino de la operación.

Las fracturas de la base del cráneo no se descubren fácilmente por las múltiples sombras que se proyectan unas sobre otras. El problema ofrece menos dificultades cuando se explora la bóveda.

Tumores del cerebro y de la silla turca se han puesto de manifiesto con el método Rontgen, así como coleciones purulentas en individuos jóvenes.

También la tuberculosis, la osteomielitis, la sífilis, etc., se demuestran en ciertos casos, sobre todo, si están localizados estos procesos en los maxilares.

Las supuraciones de los senos maxilares y frontales se destacan en forma de una mancha oscura que no existe en el estado normal.

En el cuello, las fracturas del hueso hioides y de la laringe, y los cuerpos extraños alojados en este órgano y en el esófago.

Beck ha podido distinguir el bocio algunas veces, sobre todo si este era de forma quística ó con depósitos calcáreos.

El timo hipertrofiado, cuando rebasa los límites del esternón, ha de ser más fácil reconocerlo por hallarse en una región que reune condiciones de contraste más favorables para el examen Rontgen.

Beck ha logrado ver ganglios caseificados del cuello, más perceptibles cuando eran asiento de sales calcáreas.

En esta clase de lesiones que acabamos de señalar, influyen seguramente en el éxito de la operación las condiciones particulares de cada caso, tanto en lo que se refiere al proceso morboso local, como al individuo (edad, desarrollo, etc.). Es decir, que lo que el citado autor ha visto, no puede hacerse extensivo á todos los casos de la misma enfermedad.

Pecho y abdomen.—Por lo que se refiere á los proyectiles, interesa determinar si se hallan en la cavidad torácica ó en sus paredes. Se observará si las costillas están ó no lesionadas. En tales casos, se impresionarán las placas siempre con la respiración suspendida.

Los abscesos de la pared torácica pueden ser parciales, formando ó no prominencia en la cavidad pleurítica, pero sin comunicación con esta, ó tener comunicación con la referida cavidad. Para reconocer estos casos es muy preferible la radioscopia, invitando al paciente á que haga inspiraciones profundas.

Las fracturas de las costillas se demuestran con facilidad cuando no recaen sobre el plano lateral del pecho.

Ya nos hemos ocupado de las dilataciones y estrecheces del esófago por medio de las disoluciones concentradas y de las cápsulas de bismuto por el método de la sonda. No son infrecuentes los casos de cuerpos extraños alojados en los bronquios.

El descubrimiento de los cuerpos extraños en el estómago é intestinos es un problema de fácil solución impresionando la placa en muy breves segundos, y si son metálicos, puede emplearse la radioscopia. Se puede seguir la marcha del botón de Murphy hasta su expulsión del intestino.

Respecto á los cálculos biliares, depende su visibilidad de su composición. Según los experimentos de Beck, los cálculos biliares que con más frecuencia se observan están compuestos de una capa exterior dura y un núcleo blando, haciéndose notorios cuando la capa exterior es gruesa; pero si es delgada, no dan sombra ninguna.

Los cálculos de colesterina pura son poco transparentes, y se destacan bastante.

La transparencia de los cálculos mixtos de bilirubinato de cal es menor que la de los demás descritos, y por esto dan sombras mejor limitadas.

Kummel sienta la afirmación, deducida de sus investigaciones, que los cálculos biliares solamente dan sombra cuando de su composición no forma parte la bilis. El medio que impide la formación de la sombra es la bilis, no la composición química del cálculo.

De la misma opinión son Matthias y Fett, los cuales entienden que la dificultad que ofrecen los cálculos biliares para hacerse visibles depende más bien de la densidad de los medios que los rodean que de su composición misma.

Entre los cálculos renales, los que absorben mayor cantidad de rayos Rontgen y resultan, por tanto, más opacos, son los de ácido oxálico, según Albers-Schonberg y otros autores. Siguen á aquéllos en orden de opacidad los cálculos fosfáticos y, por último, los de ácido úrico, que forman imagen gracias á la parte de cal que contienen. Los cálculos de xantina y cistina ofrecen muy malas condiciones de opacidad.

Hay quien, como Kummel, concede á un buen radiograma renal un valor absoluto en el resultado positivo ó negativo de la existencia del cálculo, y otros que sólo reconocen un valor relativo.

Los cálculos renales aparecen, generalmente, á algunos centímetros de distancia de la columna vertebral, sobre la duodécima costilla ó un poco por debajo, aunque pueden aparecer algo por encima. Pero como la pelvis renal puede hallarse distendida ó el cálculo haber descendido más ó menos por el uréter hasta la embocadura en la vejiga, resulta que el sitio del

cálculo puede variar mucho. Y en todo este trayecto del ureter hasta la vejiga se presentan causas numerosas de error. Albers-Schonberg distingue hasta 13 clases de sombra, y son: Cálculos del ureter, cálculos en divertículos del ureter, cálculos de vejiga, cálculos prostáticos, miomas calcificados, embarazos extrauterinos, quistes dermóides, calcificaciones del ilíaco, calcificaciones de los vasos uterinos, concreciones excrementicias, flebólitos y depósitos calcáreos en la cresta del isquión y en los ligamentos sacro-ilíacos.

Es posible alguna vez señalar ciertas afecciones del riñón, como su engrosamiento, tumores, etc.

Columna vertebral.—Gracias al empleo del diafragma se pueden precisar hoy las lesiones de las vértebras. En la columna vertebral, donde tantas veces sólo puede formularse un juicio diagnóstico dudoso, aproximado, puede determinarse con mucha frecuencia la naturaleza y sitio de la lesión. Las fracturas, luxaciones y distorsiones se descubren por el método Rontgen, lo cual no carece de importancia porque puede aplicarse en tiempo oportuno el tratamiento conveniente.

El desplazamiento de las apófisis espinosas se pone de manifiesto en proyección ántero-posterior ó de arriba abajo; la proyección lateral muestra la prominencia de los cuerpos vertebrales luxados. En las luxaciones se llega á distinguir si se trata de adherencias del tejido conjuntivo ó del tejido óseo, cuya reducción puede ser peligrosa para la médula. En tales casos, es prudente evitar todo ensayo violento de reducción, siendo preferible abandonar la luxación porque este estado puede ser tolerable para el enfermo. En todo caso de esta clase importa determinar si se trata solamente de una luxación, ó si además existe fractura, ó si sólo esta última lesión.

En las fracturas aisladas de los cuerpos vertebrales se trata casi exclusivamente de las llamadas por compresión. La continuidad de la vértebra se interrumpe cambiando entonces su forma. Pero también pueden existir fragmentos. No es difícil demostrar las fracturas de las láminas vertebrales, de las apófisis espinosas y de la transversal. Son más frecuentes las fracturas de las vértebras cervicales que las de las restantes, excep-

to la de las apófisis articulares de la 5 lumbar, que es, según Holzknecht, la que más á menudo se observa.

No son tan raras como antes se creía las fracturas de la columna lumbar y del sacro, según ha demostrado Ludloff, pues algunos casos considerados como de neuralgia lumbar ó ciática lo eran de fractura situada en los agujeros intervertebrales ó sacros.

Ante la demostración radiológica de estas fracturas y luxaciones, aconseja Holzknecht la abstención de toda intervención operatoria siempre que exista compresión medular.

Los síntomas de estas lesiones suelen ser tan escasos, que pueden pasar inadvertidos, á menos que existan otras lesiones, como ocurre con frecuencia. Se observa entonces la fractura cuando el paciente intenta ponerse de pie, siendo un hecho raro el restablecimiento de la función. Ocurre á menudo que, deformidades no demostrables, provocan trastornos de tiempo en tiempo que indican la existencia de lesiones evidentes, mientras cabe la sospecha de una exageración del enfermo. En tales casos no debemos renunciar nunca á la radiografía, y algo descubriremos que antes no presumíamos.

Una enfermedad de la columna vertebral que se presenta con frecuencia en radiología es la espondilitis tuberculosa. Esta afección ataca casi siempre á los cuerpos vertebrales, y por ellos debe iniciarse el proceso. Generalmente se localiza la lesión en un punto solo de la columna vertebral, pero puede aparecer en varios segmentos de la misma, siendo raro que ataque á los arcos vertebrales. En el segmento de la columna vertebral donde se desarrolla la lesión se observa que las articulaciones de los cuerpos vertebrales, correspondientes á los discos intervertebrales, se disipan y reducen, aparecen estos aplastados, hasta borrarse la franja clara del espacio que separá á los cuerpos vertebrales en estado normal. Además, se aprecia alrededor de la columna una zona de mayor densidad que la de los tejidos blandos normales, lo cual motiva falta de contraste en la figura normal de las apófisis transversas y articulares, correspondiendo dicha zona al proceso inflamatorio de las partes blandas que rodean á las vértebras. El cuerpo vertebral apa-

rece tan aplastado algunas veces, que queda reducido á la mitad ó menos del de una vértebra normal. No es infrecuente ver desviado el eje de la columna vertebral en el punto de la lesión.

Cuando la columna vertebral pierde la flexibilidad que le es propia, por inmovilidad, se destacan menos los espacios interarticulares de las vértebras.

Los procesos inflamatorios, en general, de los tejidos blandos de la columna vertebral, se descubren por la aparición en la placa de una sombra en forma parecida á media luna, con la convexidad dirigida hacia afuera, que borra el espacio existente entre las apófisis transversas de un mismo lado.

Los tumores malignos y los gomas se pueden poner de manifiesto por el método Rontgen.

Los tumores malignos aparecen en la placa en forma de sombras redondeadas, y son difíciles de distinguir, según Sudeck, de los abscesos por congestión.

Con los rayos Rontgen se distinguen con claridad, no solamente todas las escoliosis, sino la rotación sobre su eje de la columna vertebral, de tal forma que los cuerpos vertebrales se invierten hacia un lado en vez de ser anteriores. Esto se observa en la porción lumbar de la columna.

Igualmente se descubren las deformidades congénitas de la columna vertebral, como la espina bifida y otras.

Extremidad superior.—Para que se destaque la imagen de la escápula, descansará el paciente sobre la espalda, y entonces aparece la sombra de aquel hueso en forma de un triángulo á través del enrejado que forman las costillas.

En estas condiciones se pone de manifiesto una afección, la posición alta del cuerpo del homoplato, recientemente descripta, y que se considera como un proceso independiente de las desviaciones de la columna vertebral, dándonos cuenta también del grado de deformidad y de que no es producto de exostosis, cómo hace poco tiempo se ha supuesto.

Las fracturas de la escápula no son fáciles de descubrir clínicamente cuando se acompañan de tumefacción notable y copioso derrame sanguíneo. La lesión puede tener asiento en el

cuerpo del hueso, ó bien en el acromion, en el cuello, en la apófisis coracoides, ó en la superficie articular, y puede ir ó no acompañada de luxación. Las fracturas de la parte articular y el desprendimiento de fragmentos de los bordes, no son difíciles de diagnosticar. Lo más frecuente es que estas lesiones se acompañen de luxación.

El gran espacio que en estado normal se observa en la articulación acromioclavicular, puede hacer creer en una lesión, como ya ha ocurrido en los comienzos de la Era Rontgen, según afirman Kummel y Beck.

Es una región la del hombro que reclama con más frecuencia que otras el auxilio del método Rontgen, por ser difícil su exploración clínica, sobre todo, si existe gran tumefacción, derrame articular é intolerancia en el paciente por los dolores que el reconocimiento provoca; todo lo cual da por resultado que el clínico encuentre muchas veces dificultades para el diagnóstico. Y á pesar de que el radiograma de dicha parte ofrece dificultades técnicas de que otras regiones carecen, por la robustez y desarrollo de sus músculos, que restan contraste á la imagen, y por la movilidad que la respiración le transmite, se logra resolver el problema diagnóstico de un modo terminante. Una fractura frecuente de la extremidad superior del húmero es la del trocanter mayor, la cual pasa inadvertida con frecuencia para el médico y el paciente. El trocanter mayor en estos casos apenas sufre dislocación.

Recientemente se ha llamado la atención respecto á que, como resultado de inflamación articular profunda, se verifican depósitos calcáreos en la serosa subacromial, generalmente, y mas rara vez en la subdeltoidea, que se exteriorizan clínicamente por gran dificultad para los movimientos, sensación de debilidad y dolor, y en la placa, por sombras de espesor y extensión variables en el trocanter mayor, de aspecto amorfo y mal limitados.

Según Haenisch, se trata de inflamación aguda ó crónica de la cápsula, en parte acaso necrosada, sobre cuya necrosis se verifica el proceso de calcificación que origina las sombras. La técnica que se emplee influye mucho en el resultado, por lo

cual se aconseja, sobre lo ya dicho en lugar oportuno respecto á este particular, dirigir los rayos en dirección cranio-caudal y de dentro afuera, y el brazo en aducción.

Ofrece grandes dificultades el diagnóstico de la luxación, simultánea con la fractura de la cabeza articular del húmero, y sólo cuando el caso es reciente puede salir de dudas el clínico. Crecen estas dificultades cuando existe tumefacción articular y, más aún, si se trata de individuos de avanzada edad. En tales circunstancias el clínico llega, cuando más, á sospechar la lesión, nunca á afirmarla. El método Rontgen resuelve de plano tales dificultades diagnósticas.

Los desprendimientos epifisarios son frecuentes, no solamente en los niños sino también en los adultos. Se producen sin dislocación importante de los mismos, formando un casquete sobre la cabeza del húmero, y tienen su asiento casi siempre en el trocanter mayor. Su diagnóstico clínico suele ser tan difícil que no pasa de mera sospecha.

Las fracturas de la cavidad glenoidea son más frecuentes de lo que antes se creía. Aparecen muchas veces con ocasión de los traumas que producen fracturas y luxaciones de la región del hombro.

En las luxaciones antiguas del hombro aconseja Schreiber la aplicación de los rayos Rontgen para saber si existen exostosis, ó desprendimientos óseos, que en un ensayo de reducción pueden ser causa de lesiones importantes de vasos y nervios.

Casos publicados por Vendel y Franke demuestran que las luxaciones habituales del hombro se suelen acompañar de lesiones de las extremidades óseas.

Entre los tumores malignos es muy importante descubrir el sarcoma de esta región, que al principio carece de síntomas suficientes para formular su diagnóstico, pues considerada esta afección muchas veces como una localización reumática, se pierde un tiempo precioso para una intervención quirúrgica, acaso salvadora.

No hay qne olvidar que también la tuberculosis del hombro puede reclamar el uso de los rayos Rontgen, si bien que no es frecuente tal localización de la tuberculosis.

Las fracturas de la diáfisis del húmero se diagnostican fácilmente sin auxilio del método Rontgen. Pero nunca podremos darnos cuenta exacta de la disposición de los fragmentos y demás detalles del foco de fractura, por el examen clínico solo. Además la imagen radiográfica nos denuncia la existencia del callo óseo, ó de una exóstosis, que implantada en el canal humeral, nos explica los trastornos nerviosos que á veces se observan como resultado de englobamiento de los troncos nerviosos por el proceso óseo.

Las osteomielitis del húmero se ponen de manifiesto con los rayos Rontgen en tiempo oportuno para intervenir quirúrgicamente.

También se desarrollan los sarcomas en la diáfisis del húmero. Su sitio más frecuente es la extremidad superior, pero se desarrollan también en el tercio medio, y son muy raros en la extremidad inferior. Según Schreiber, estos tumores se confunden bajo el examen radiológico con la periostitis, osteomielitis y tuberculosis.

Las fracturas y luxaciones del codo son de las más frecuentes y variadas que se presentan en la práctica. La región es de las que mejores condiciones ofrecen para poder precisar con toda exactitud los detalles de la lesión. Pero hay que tener presente la conveniencia de conocer la articulación desde el punto de vista radiológico en las distintas edades del individuo, toda vez que en el niño la imagen es completamente distinta que en el joven, en que no ha terminado la osificación de las epífisis, y que en el viejo, á cuya edad, los espacios interarticulares todos son más reducidos que en los jóvenes, por ser más delgados los cartílagos articulares.

Entre el segundo y tercer año de la vida se encuentra un núcleo óseo en el cóndilo interno del húmero, otro mayor en el epicóndilo á la edad de los cinco años, otro en la tróclea entre los once y los doce años, y otro en la epitróclea. El núcleo del epicóndilo se une con la diáfasis entre los 16 y los 20 años; los otros tres se osifican entre sí á la edad de los 1[illegible] años, y producen entonces todas las epífisis óseas, las cuales verifican su unión con la diáfisis hacia los 20 años de edad.

En los niños aparece el cóndilo del húmero completamente separado del hueso.

Las epífisis de la tróclea y del olécranon se osifican entre los 7 y los 12 años.

Todas estas circunstancias han de tenerse presentes si se quiere evitar de incurrir en el error de una fractura que no existe.

Las luxaciones de la cabeza del radio, las afecciones articulares, sobre todo de naturaleza tuberculosa, y la presencia de cuerpos flotantes articulares, se descubren fácilmente por medio de la radiografía.

Las fracturas del antebrazo tienen importancia radiológica toda vez que por este medio conocemos, no solamente las condiciones en que se forma el callo, sino si éste engloba ambos huesos, en cuyo caso el pronóstico funcional de la extremidad se agrava en lo que se refiere á los movimientos de pronación y supinación.

La fractura más frecuente del antebrazo corresponde á la extremidad inferior del radio, y se acompaña algunas veces de lesión del cúbito, que puede consistir en simple fisura ó bien en desprendimiento de la apófisis estilóides de este hueso.

En estas fracturas toman parte otras veces las de los huesos del carpo, y, en tal caso, el pronóstico reviste una especial significación. El escafóides y el semilunar son los que se fracturan con más frecuencia, según Beck, Gocht y Kahleys.

Desde el punto de vista terapéutico, es muy importante el examen radiológico del carpo, puesto que de existir fractura de los huesos de esta región, derívase la conveniencia de acortar todo lo posible el período de reposo para evitar ó disminuir la anquilosis consecutiva.

Las luxaciones de los huesos carpianos son verdaderamente excepcionales.

Al determinarse la luxación de un hueso del carpo mediante la radiografía, procede su reducción y, en caso de no lograrse esto, se prefiere su extirpación si la lesión es causa de trastornos nerviosos por compresión.

Las fracturas de los metacarpianos son más frecuentes de lo

que antes se creía. Se observan con preferencia en los adultos, y se localizan más comunmente en el segundo y quinto metacarpiano, pero sobre todo, en el pulgar. Siempre se trata de una fractura oblicua de la mitad superior del metarcarpiano.

Las luxaciones del pulgar, afecciones articulares, osteitis y tuberculosis de los huesos de la mano, en general, son procesos que con toda claridad pone de manifiesto el método Rontgen. Por dicho medio podemos distinguir en la espina ventosa si el proceso es de localización perióstica ó central. En el primer caso, se forma un abultamiento que deforma el hueso en un punto; en el segundo, adopta este órgano un aspecto fusiforme.

El condroma se manifiesta en el radiograma por un abultamiento circunscripto del hueso en forma de conglomerado de puntos redondeados que le dan un aspecto muriforme.

Pelvis.—Es conveniente consignar que para obtener una imagen de toda la pelvis se debe seguir el consejo de Hofmeister, según el cual, hay que dirigir los rayos perpendiculares del tubo al centro de la línea intertrocantérea, y sostener en adducción las dos extremidades inferiores.

El método Rontgen puede prestarnos buenos servicios en las fracturas y tumores de la pelvis, como exostosis, encondromas y sarcomas, que son los procesos más frecuentemente observados en la clínica.

Nuestra experiencia nos ha enseñado que las fracturas del cuello del fémur se caracterizan en el radiograma por la existencia de la línea de fractura, el acortamiento del cuello del fémur y la alteración que sufre el ángulo formado por éste con la diáfisis del mismo hueso.

En los adultos se observa el desprendimiento aislado del trocanter mayor, y en los jóvenes la separación del mismo por su línea epifisaria. Las condiciones anatómicas de esta región son favorables para que pasen inadvertidas clínicamente estas lesiones, tanto más cuanto que no se suelen acompañar de trastornos funcionales importantes, considerándose como contusiones óseas.

Pueden descubrirse desprendimientos de los bordes articu-

lares y fracturas parciales que suelen ser producidos por golpes ó caídas sobre el trocanter mayor.

Lo mismo puede decirse respecto de la luxación congénita de la cadera, de su anatomía patológica y del resultado del tratamiento empleado. Pero no deja de ser difícil su distinción de la coxa-vara.

A pesar del espesor considerable de la región, se puede diagnosticar la tuberculosis de la articulación coxo-femoral. La línea articular, circular, de esta articulación, aparece más ó menos borrosa, desigual, pudiendo hallarse destruída la cabeza femoral y sin límites bien marcados. Cuando el proceso llega á curarse, se observa bastante reducido el espacio interarticular, como resultado de la desaparición del cartílago hialino. Para demostrar la lesión de la articulación de un lado es conveniente impresionar en idénticas condiciones la del lado opuesto y compararlos.

En los comienzos del proceso, cuando solamente se halla interesada la sinovial, consideramos de dudoso éxito la prueba radiográfica. Pero desde el momento en que tomen parte en la lesión el cartílago y el hueso, el radiograma nos denunciará la alteración de estos tejidos.

La tuberculosis del cuello y trocanter mayor del fémur se presenta en la placa impresionada con los mismos caracteres que en otras partes del esqueleto. Desaparece la textura ósea y es sustituida por un conglomerado de manchas blancas que dan á la imagen un aspecto verdaderamente característico.

No será muy decisivo el procedimiento Rontgen en los casos de anquilosis, osteomielitis y artritis deformante.

Extremidad inferior.—El hueso de los caballistas, que se desarrolla en los músculos de la región interna del muslo de los que montan mucho á caballo, es un caso que encuentra especial indicación en el radiograma. Este hueso se forma, bien por desprendimiento de un trozo de periostio que sirve más tarde de núcleo de formacion ósea, ó bien por insultos repetidos de los músculos adductores que provocan un estado inflamatorio, origen de la producción ósea cuya situación y extensión se determina mediante las radiaciones Rontgen.

Las necrosis consecutivas á osteomielitis del fémur son tributarias de la radiografía, pues se constituyen secuestros más ó menos extensos del tejido óseo que se destacan del resto del mismo, pudiendo determinarse si tales secuestros se hallan ó no totalmente separados del hueso, lo cual ofrece interés para el clínico á los fines de la extracción.

No carecen de interés las deformidades que el fémur experimenta á consecuencia de la osteomielitis y que pueden comprender la extremidad superior, la inferior ó la diáfisis.

Hoffa ha estudiado una enfermedad denominada focomelia, que consiste en un desarrollo muy rudimentario del fémur.

Entre los tumores del fémur, demostrables por los rayos Rontgen, se mencionan los condrofibromas quísticos, encondromas puros, exóstosis cartilaginosas, miomas periósticos y mielógenos, osteomas, sarcomas y carcinomas. Estos últimos solo se observan como metástasis. También pueden mencionarse los equinococos del hueso.

No carece de interés práctico el conocimiento radiológico del desarrollo de la epífisis inferior del fémur, por la relación que tiene con la localización de la tuberculosis en esta región, según ha demostrado recientemente Ludloff.

Respecto á la rodilla, es una región que reune excelentes condiciones para determinar con gran precisión las lesiones traumáticas que la afecten.

Además de las fracturas y luxaciones, acerca de lo cual puede aplicarse á esta región lo dicho anteriormente de otras, puede sernos útil el método que estudiamos para descubrir la tuberculosis de dicha articulación y, en general, los procesos inflamatorios que alteran la densidad de los tejidos blandos de la misma. Hemos observado dos casos de desprendimiento del periostio inmediatamente por encima de la rótula, el cual forma una pequeña banda desde la cara anterior del fémur á la base de la rótula. Asimismo, podremos reconocer la presencia de cuerpos flotantes, desprendimientos de cartílagos articulares, anquilosis, etc.

El cirujano posee un auxiliar poderoso en los rayos Rontgen para darse cuenta, no solamente de la existencia de fractu-

ra de la rótula, sino de la disposición, forma y separación de los fragmentos. Generalmente queda dividida la rótula transversalmente en dos; el superior mayor y el inferior menor. A veces gira un fragmento sobre su eje transversal, invirtiéndose su posición de arriba abajo.

En los radiogramas de la rodilla obtenidos en proyección ántero-posterior con motivo de un traumatismo, se observa una sombra ósea al nivel de la línea epifisaria y sobre el cóndilo interno del fémur, el cual está separado solamente por una franja estrecha, siendo sus contornos casi paralelos. Stieda cree se trata de un desprendimiento del cóndilo, opinión que Konig no admite. En cambio Hoffa la acepta en parte, pues dice que tal fenómeno aparece después de dos ó tres semanas de ocurrida la lesión.

Como afecciones de la pierna tributarias de la radiología podemos añadir el genu valgus ó varus, las incurvaciones que el raquitismo ocasiona, los tumores, quistes de los huesos, tuberculosis, osteomielitis, sífilis y, sobre todo, las fracturas, que se presentan con tanta variedad como frecuencia.

La línea de fractura puede ser transversal en ambos huesos de la pierna, oblicua ó irregular. Importa repetir que en este región interesa recoger dos pruebas en opuestas direcciones, para darse cuenta más exacta de las condiciones de la fractura. Una de las pruebas debe corresponder á una proyección póstero-anterior, ó viceversa, y con cierta oblicuidad, para descubrir completamente el espacio inter-óseo.

Las fracturas de los huesos del tarso no ofrecen nada de particular, desde el punto de vista radiológico, que merezca especial atención. Solamente existe una, la producida por arrancamiento del calcáneo, la cual se verifica por la contracción brusca y violenta del triceps. Se desprende el casquete óseo del calcáneo, donde tiene su inserción dicho músculo, y se reconoce perfectamente.

También en los traumatismos que afecten al tarso como al metatarso, es muy recomendable y más que esto necesario, el examen Rontgen de estas regiones. Las condiciones anatómicas del pie dificultan la deformidad que tantas veces lleva con-

sigo toda fractura, y. por tanto, es fácil pasen inadvertidas para el clínico esta clase de lesiones. Hemos tenido ocasión de reconocer á un joven que á consecuencia de una caída sobre los piés claudicaba notablemente de uno de estos. No se apreciaba deformidad alguna en el pie ni síntoma objetivo alguno que explicase la claudicación, y sin embargo, existían cinco fracturas, según pudo demostrarse por el radiograma que se obtuvo. Había fractura doble del segundo metatarsiano y las restantes, del tercero, de la primera y segunda cuñas.

Además, según se ha demostrado hace pocos años, los piés aspeados, tan frecuentes en las marchas militares, presentan muchos de ellos fractura en alguno de sus huesos. El mecanismo de su producción lo explican los autores por la gravitación constante del peso del cuerpo sobre el puente óseo del pie, que da lugar á la relajación de los ligamentos y demás tejidos blandos, perdiendo éste condiciones de resistencia hasta que, por un salto ó paso en falso, se verifica la fractura. Por donde se deduce que las fracturas de los huesos del pie, como tantas otras, son mucho más frecuentes de lo que se consideraba antes de la Era Rontgen.

III

Explicación de las tablas correspondientes á los capítulos I y II de la parte tercera.

EL DIAGNÓSTICO RADIOLÓGICO

POR EL

Dr. G. HOLZKNECHT

Fig. 1.ª—Posición de pie. L K, ventrículo izquierdo; la curva mayor punteada representa la situación del corazón estando el individuo en decúbito supino. *r* V, aurícula derecha; *l v*, aurícula izquierda; A *o*, curva de la aorta, limitada á la derecha por el borde vertical de la cava descendente. H S, sombra del ilio pulmonar con sus dos ramas principales hacia arriba y abajo. L Z, terminaciones delgadas del ilio pulmonar (ganglios, vasos y bronquios) que se extienden y adelgazan poco á poco por el tejido pulmonar (véase también la *fig. 5.ª*) R^1, R^2, arcos anteriores de las costillas. C *l*, clavícula. E *r*, tráquea. La línea punteada de ambas mitades del diafragma representa la forma de este órgano en posición de decúbito. M, parte cardíaca del estómago llena de gas.

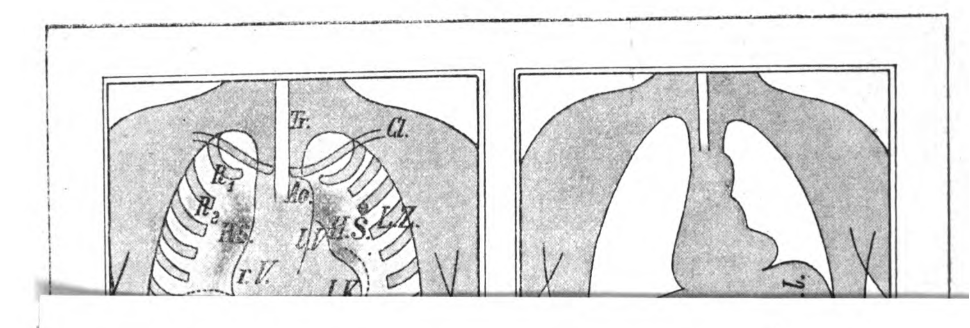
Fig. 2.ª (Téngase presente la página correspondiente.)—Tórax en posición lateral izquierda. Mitad izquierda del diafragma en inspiración forzada, fuertemente elevada y abombada. (Z *l*.): Posición de descenso y aplanamiento de la mitad derecha del diafragma en inspiración moderada. (Z *r*.) El corazón aparece colocado en sentido transversal, como siempre que la mitad izquierda del diafragma se encuentra en posición elevada.

Fig. 3.ª—Dislocación de todo el mediastino (C=corazón; T=tráquea; el arco de la aorta ha desaparecido; la columna vertebral forma el borde de la sombra central) hacia la izquierda por la infiltración J (tuberculosa). El vértice pulmonar derecho está completamente invadido por una caverna. A la izquierda está aumentada la sombra del ilio pulmonar (infarto ganglionar y peribronquitis); el dibujo del pulmón no disminuye periféricamente de un modo gradual, sino que aumenta nuevamente en varios puntos: Infiltración (J J). Un foco de infiltración situado en el centro del lóbulo superior contiene dos cavernas, de las cuales está vacía la superior y la inferior se halla ocupada en sus dos tercios, mostrando un límite neto siempre horizontal en todas las posiciones.

Fig. 4.ª—Derrames pleuríticos á diferentes alturas y situación de sus límites superiores. Dislocación bastante pronunciada de la sombra central hacia el lado derecho. Dislocación del diafragma hacia abajo; inversión de su curvadura (Z); dislocación del estómago (M), é inversión de su parte cardíaca ocupada por gas (inyección de ácido carbónico).

Fig. 5.ª—Pioneumotórax completo del lado izquierdo con dislocación de la sombra central hacia la derecha por la propulsión considerable que ejerce sobre el pulmón derecho; oscurecimiento del campo pulmonar derecho. La mitad derecha del diafragma realiza grandes excursiones respiratorias (J E). A la izquierda, arriba y afuera, falta la sombra de los pulmones; claridad anormal (pneumotórax); á la izquierda, arriba y adentro el pulmón está retraído é infiltrado. E; derrame en posición de expiración; J, en posición de inspiración (respiración paradójica). El nivel del derrame, á igual altura del tubo, se

TABLA I



destaca en forma lineal, y origina ondas con ocasión de sacudidas en toda posición horizontal (*a b*, inclinado á la izquierda, *c d* inclinado á la derecha. La mitad izquierda del diafragma se halla muy descendida y convexa hacia abajo. (Causas de los movimientos respiratorios paradójicos.) El estómago como en la *fig* 2.ª

Fig. 6.ª—Infiltración completa del lóbulo superior derecho del pulmón (pneumonía). Los demás límites lobulares de ambos pulmones están dibujados con líneas punteadas tal y como se presentan en la superficie anterior de los pulmones. Sus planos son solamente horizontales entre los lóbulos superior y medio, por lo cual aparecen en este sitio las infiltraciones lobulares con límites de sombra bien marcados, siguiendo los demás oblicuamente de atrás arriba, hacia adelante y abajo, y por esto disminuyen poco á poco los demás bordes de las sombras de infiltración lobulares. Si el tubo se coloca más alto ó más bajo, tales bordes aparecen también bien limitados (síntoma de límites lobulares).

En la mitad izquierda del diafragma está señalada la diferencia entre la excursión diafragmática con la cavidad de la pleura libre, y obliterada. Las líneas trazadas representan la excursión en inspiración y expiración en circunstancias normales. El descenso, con desplazamiento paralelo entre sí, sin aplanamiento, con dislocación, pero sin aumentar la amplitud del ángulo formado por el diafragma y la pared costal. Al principio, en inspiración más profunda, hay aplanamiento del diafragma y mayor amplitud del ángulo costodiafragmático.

Las líneas trazadas en dirección transversal representan el diafragma en tres fases distintas de inspiración profunda con la cavidad pleurítica basal obliterada: el ángulo costodiafragmático varía de amplitud sin que su vértice cambie.

Fig. 7.ª—Formas distintas de la sombra central del corazón en las afecciones cardíacas:

\- - - - - - Hiperemia cardíaca (dilatación de la aurícula y grandes venas); á la izquierda los mismos contornos permanecen inalterables.

. . . . Engrosamiento regular de la sombra

del corazón con la punta de este órgano en forma redondeada; dilatación de todo el corazón é hipertrofia del cono aurículo-ventricular.

- . - . - . - . - Dilación de la aurícula derecha (compárese la *fig. 1.ª*); gran abombamiento medio izquierdo formado por la dilatación de la arteria pulmonar, propio de un vicio congénito.

Fig. 8.ª—Sitio característico y formas de los aneurismas:

—|-|-|-|-|-| Del cayado aórtico (situado á la izquierda, arriba, por encima del nivel normal del cayado de la aorta, á dos traveses de dedo por debajo de la clavícula, sobresaliendo en forma de arco).

- . - . - . - . - De la aorta ascendente (á la izquierda, á mitad de la altura del tórax) y con ángulo inferior redondeado.

- - - - - - - De la aorta descendente (á la izquierda, á la mitad de la altura); el cayado de la aorta no sobresale (en la figura está inscrito equivocadamente) en forma de bola.

. . . . Del tronco braquio-cefálico (á la derecha y arriba, en forma de bola).

Fig. 9.ª—En proyección póstero-anterior, hacia la izquierda, en dirección excéntrica (el tubo por detrás y á la izquierda, y la pantalla por delante y á la derecha), demuestra el campo pulmonar derecho y el izquierdo, y el campo central claro entre la columna vertebral y la sombra de los grandes vasos del corazón. Esta tiene su origen en la aorta y gruesas venas.

- . - . - . - . - Dilatación difusa de la aorta, reconocible primero en tal dirección, como asimismo se aprecia la imagen del aneurisma del cayado en dirección póstero-anterior (*fig. 8.ª*), por una curva aplanada á la mitad de la altura del lado derecho, lo cual demuestra la figura señalada.

- - - - - - Aneurisma de la aorta ascendente y descendente (forma de casquete).

——— Aneurisma del cayado (forma de maza), inclinado perpendicularmente á la izquierda de la columna vertebral.

Fig. 10.—La iluminación en proyección hépato-esplénica, transversal, denuncia dos puntos claros mal limitados, el campo

TABLA II

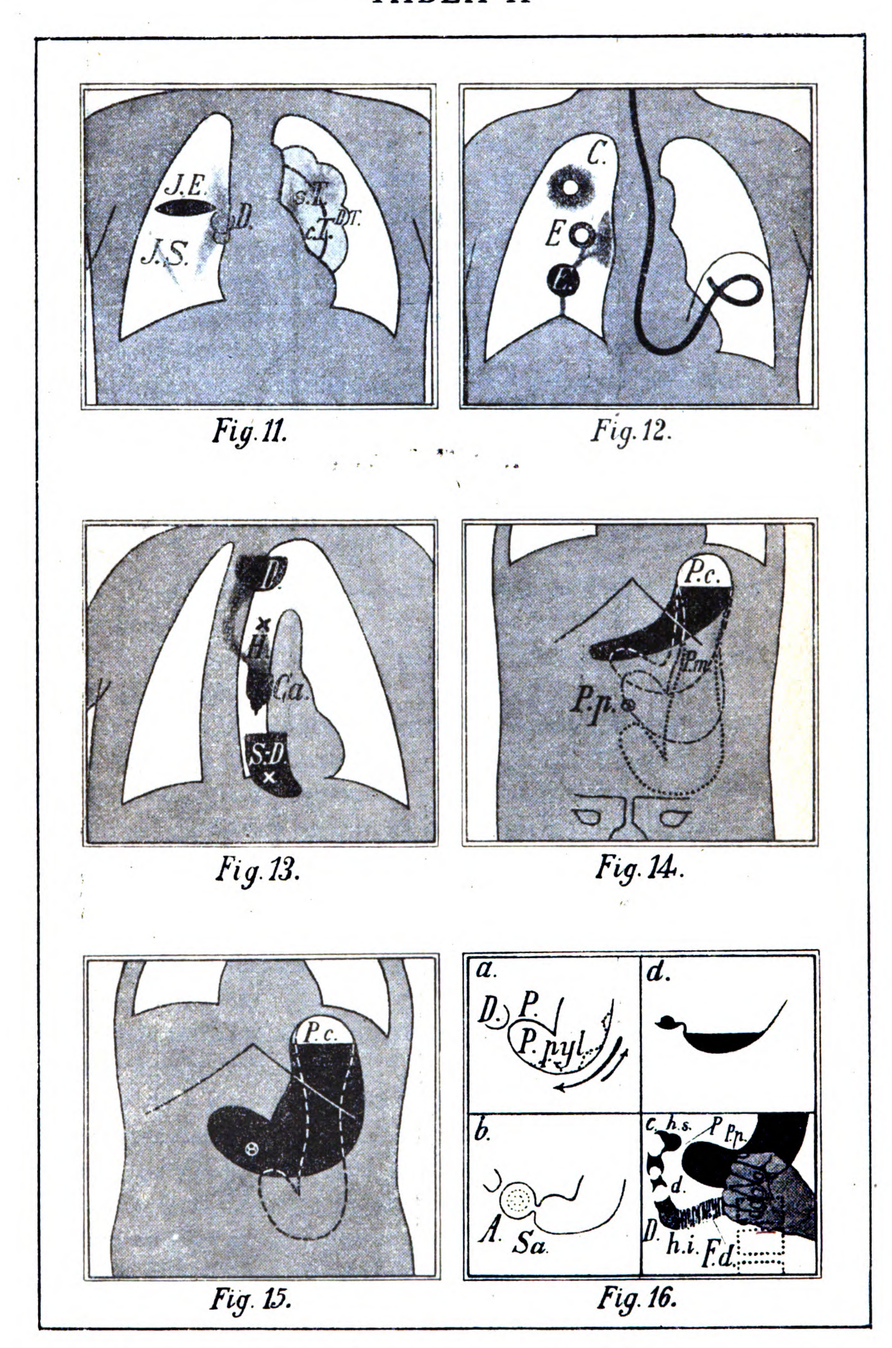


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16.

DESSAUER-VIESNER.—Leitfaden des Rontgen-verfahren.

retroexternal (R S R, un triángulo esférico, que está limitado por el esternón, el corazón y el latísimo dorsal) y el espacio retrocardíaco (R C R, un cuadrilátero), limitado por el corazón, el diafragma y la columna vertebral.

-|-|-|- A *n*, aneurisma del cayado que ocupa en parte el espacio retro-esternal; E, derrame insignificante del seno costal.

Fig. 11.—El tórax, con sombras correspondientes á enfermedades diversas.

J E.—Derrame interlobular entre los lóbulos del lado derecho superior y medio.

J S.—Parte cortical interlobular situada entre los lóbulos del lado derecho, inferior y medio.

D.—Tumefacción de los ganglios del ilio pulmonar derecho.

D T.—Tumor mediastínico, compuesto por elementos heterogéneos.

S T.—Tumor sólido del mediastino, compuesto de elemen tos homogéneos.

Fig. 12.—C.—Sombras circunscriptas con agujeros circulares bien limitados. Cavernas.

E.—Vesícula de equinocos: sólidas unas, demostrando por medio del cordón de unión con la superficie del diafragma su origen de los equinocos del hígado; la otra, rellena de gas, se abre en un bronquio. La última representa una metástasis carcinomatosa del pulmón; al contrario que en las cavernas y demás sombras focales del pulmón, estas sombras se encuentran bien limitadas.

Sonda introducida en el esófago y en el estómago á través de una hernia diafragmática.

Fig. 13.—Proyección radiológica póstero-anterior, excéntricamente hacia la izquierda. El campo central claro (véase el texto de la *fig. 9.ª)* contiene el mediastino posterior. Cuatro desviaciones del esófago de su estado normal, y situación del mismo después de administrar una comida de bismuto.

D.—Divertículo sin desagüe en forma de saco redondeado.

X.—Tumor mediastínico (no dibujado en este lugar) con desplazamiento del esófago.

C *a.*—Estenosis esofágica sin dilatación importante.

S D.—Parte la más inferior de una dilatación considerable del esófago, acompañada de espasmo del cardias.

Fig. 14.—La figura dibujada representa: el estómago normal del hombre, estómago hipertónico de la mujer (el punto más bajo corresponde al píloro).

- - - - - - Estómago normal de la mujer; estómago hipotónico del hombre sin distensión longitudinal. El píloro aquí no es el punto más bajo.

-.-.-.-.- Estómago hipotónico de la mujer, atónico en el hombre.

. . . . . Atonia y ptosis; el dibujo no debía mostrar ninguna luz en la parte media. Merece fijar la atención en el diámetro transversal de la parte pilórica y media.

P. p.—Parte pilórica.

P. c.—Parte cardíaca.

P. m.—Parte media.

Fig. 15. - - - - - - Estómago ptósico, distendido, cuyo punto más inferior se halla á cuatro traveses de dedo por debajo del ombligo en posición vertical, con la parte estrecha central. La parte negra corresponde al estómago dilatado en sentido transversal, propio de la estenosis crónica del píloro, pero conservando todavía tonicidad; el píloro ha avanzado á la derecha.

Fig. 16.—Estómago normal y motilidad activa y pasiva en la porción pilórica.

a) P. p. y C.—Contornos de la porción pilórica en estado de replección.

D.—Figura que representa la porción del duodeno que limita con el píloro, lo cual tiene importancia como punto terminal del estómago.

=. . . . . . Ondulaciones peristálticas profundas que aumentan hacia el píloro.

-+- Dirección que siguen las ondas peristálticas. (La cruz representa á la flecha de la figura.)

-+- Dirección antiperistáltica (lesiones importantes de la pared de la porción pilórica).

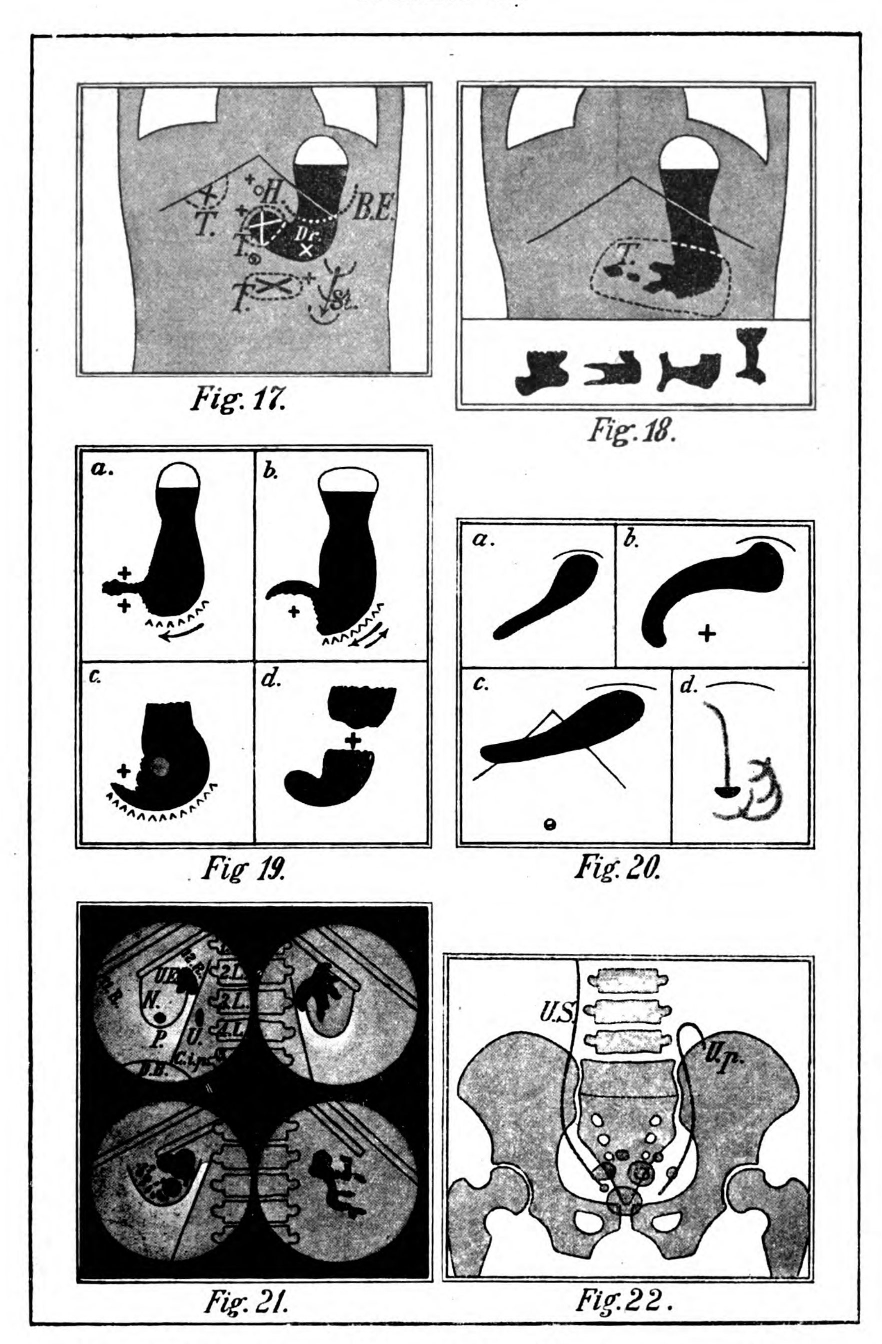


Fig. 17.

Fig. 18.

Fig 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

DESSAUER-VIESNER.—Leitfaden des Rontgen-verfahren.

b) Parte pilórica.

S. a.—Cavidad peristáltica de la porción prepilórica del estómago correspondiente al punto característico; esfinter del antro.

A.—El antro, entre el esfinter del antro y el píloro, con peristaltismo propio concéntrico.

c) Llegada del contenido gástrico al duodeno.

P. p: Parte pilórica.—*P:* Píloro.—*h. s:* Parte superior del duodeno, donde casi solamente es visible la parte dilatada del principio (bulbo duodenal).—*d:* Parte media.—*h. i:* Parte inferior. En el duodeno avanza el contenido por impulsos peristálficos mezclado con vesículas de gas.

d) El efecto del peristaltismo sobre un pequeño contenido se demuestra por la mezcla del bismuto con el agua.

Fig. 17. Para establecer el diagnóstico diferencial entre los tumores extra é intragástricos, se explora la sensibilidad á la presión, el peristaltismo clínicamente demostrable, la insuflación gaseosa, etc.

B. E. . . . . Polo caudal del estómago en el abdomen deprimido, situado poco más ó menos cuatro traveses de dedo por encima de su situación normal, en posición vertical del sujeto.

x x x Dr.—Puntos sensibles á la presión.

x x T. Tumores palpables.

(-+- Tetanización y peristaltismo, los cuales son evidentemente extraventriculares en parte, y en parte se descubre su situación por fuera del estómago con el vientre deprimido, ó bien por dislocación normal lateral.

Fig. 18. Tumor circular de la parte pilórica: plenitud incompleta y tumor palpable que se deprime. Por debajo, peristaltismo patológico de la pared libre del antro.

Fig. 19. Diversos puntos de asiento de tumores gástricos, señalados por la situación de los puntos rellenos incompletamente.

-+- -+- Zona y dirección del peristaltismo.

a) Tumor circular de la parte pilórica.

b) Tumor de la gran curvadura en la parte pilórica del estómago.

c) Tumor de la pequeña curvadura de la parte pilóric?

d) Tumor circular de la parte media (estómago en reloj de arena.

Fig. 20. Retracción del estómago (inanición, insuficiencia pilórica, cirrosis catarral, úlcera extensa, carcinoma difuso infiltrado (si esto último está muy desarrollado se presentará á menudo estenosis del cardias é hipermotilidad acólica).

b) Con motivo de grandes tumores de la mitad inferior del vientre (embarazo, etc.) se produce desplazamiento del estómago.

c) Dilatación y reducción gástricas desarrolladas por procesos degenativos en la pequeña curvadura, y adherencias al hígado.

d) Gastroenteroanastomosis permeable. El contenido gástrico marcha cuando la fístula no está comprimida por los in gesta, pasando enseguida del polo caudal á las asas del intestino delgado, ó es, al menos, evacuado rápidamente como por el estómago normal.

Fig. 21. Nefrolitiasis. Radiografías con diafragma y compresión.

L.—Vértebras lumbares.

R.—Costillas.

D B.—Hueso ilíaco.

P. Polo inferior de la sombra del riñón.

C. i i p. Cabeza larga del psoas ilíaco.

V. E. Cálculo á la entrada del ureter.

N. Cálculo del ureter en forma de huso; cálculo del parénquima en forma esférica á la izquierda, y en forma de coral á la derecha, y hacia la derecha y arriba, cálculo de la pelvis renal.

Fig. 22. Cálculos de vejiga con núcleo grueso y cubierta. Sonda introducida en los uréteres.

V. p. Sonda en los uréteres con nefroptosis.

Fig. 23. Ulcera del estómago en forma de reloj de arena. Estrechez, sensibilidad á la presión y resistencia *(x x x)* en la pequeña curvadura, pared normal plana en la curvadura mayor, curvadura menor acortada, y retraída hacia la izquierda la

TABLA IV

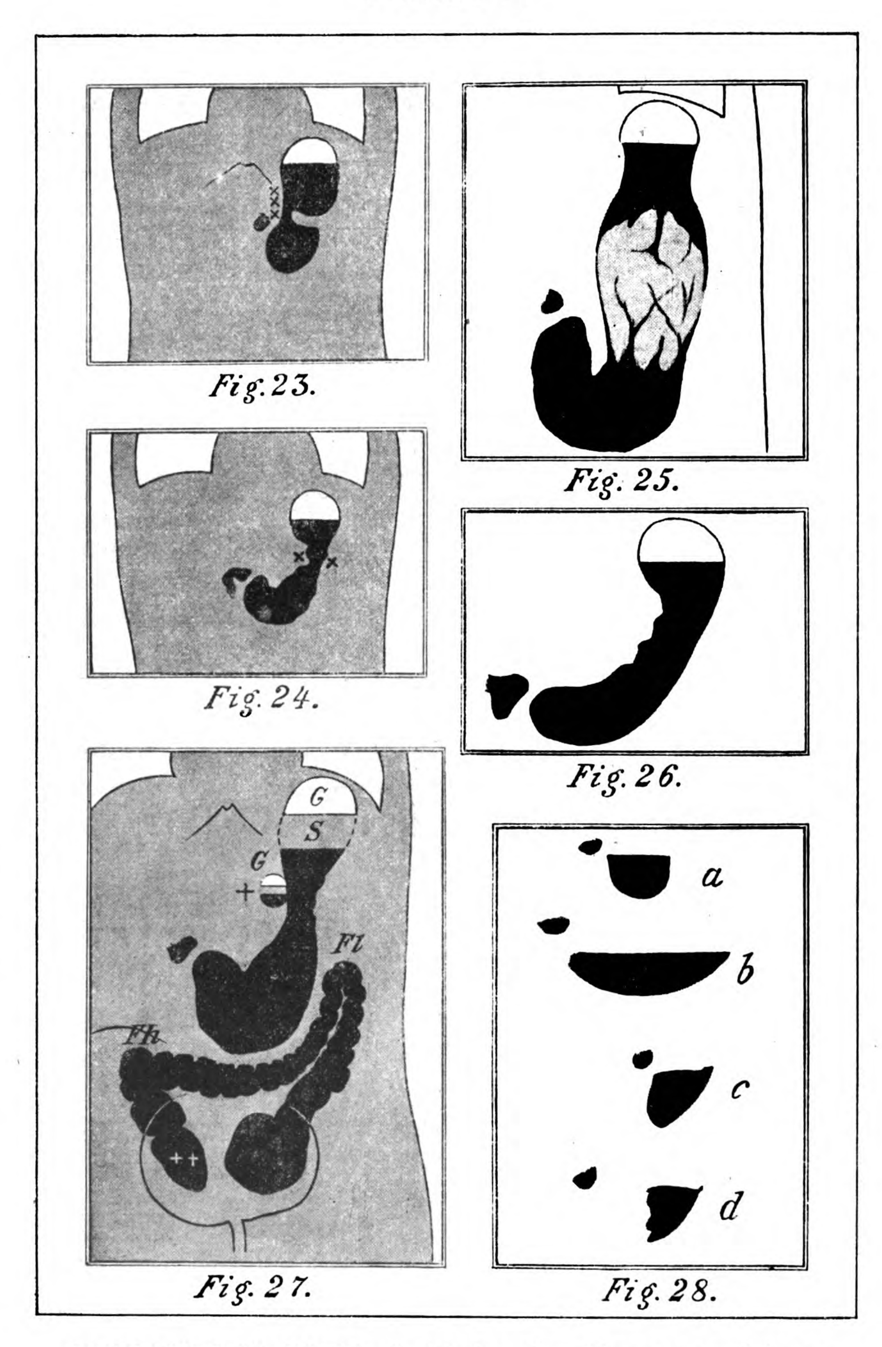


Fig. 23. Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28.

DESSAUER-VIESNER.—Leitfaden des Rontgen-verfahren.

parte pilórica. Además, el resto después de 6 horas, como en la *fig. 28, c.*

Fig. 25. Tumor voluminoso y, sin embargo, operable (ejecutada la resección subtotal): Signos de la resección; forma de azada.

Fig. 26. Pequeña resistencia de tumor palpable, no resecable. Signos: Por retracción consecutiva á una dilatación considerable con pérdida de la forma de azada (Haudek).

Fig. 27. Ulcera callosa penetrante de la pequeña curvadura en el hígado (Haudek). Situación profunda de las dos inflexiones del colon. *(F i.),* situación profunda y dilatación del ciego (movil y atónico) (Vilms).

Fig. 28. Restos diversos 6 horas después de la comida de prueba, según Haudek; *a)* en el espasmo pilórico; *b)* en la estenosis pilórica no compensada; píloro y duodeno endurecidos en el resto, colocados muy á la izquierda; *c)* en la úlcera de la pequeña curvadura con alteración de la motilidad espasmopilórica que asciende bruscamente, pero está plana la porción última de la gran curvadura. El píloro se halla hacia la izquierda y en la línea media; *d)* en el tumor de la parte pilórica, el borde asciende bruscamente y tiene forma dentada constituyendo el fondo de la replección; el píloro y duodeno se encuentran á gran distancia del sitio normal y á la derecha de la línea media.)

IV

El método fotográfico

Las sales de plata, especialmente el cloruro, bromuro y yoduro de plata, tienen la particularidad de alterarse bajo la acción de la luz. El cloruro de plata, cuya sensibilidad fué primeramente conocida, se ennegrece en presencia de la luz en breves minutos. Tal fenómeno se hace ostensible bajo la influencia de liquidos reductores: el revelador. Se supone con gran verosimilitud que los rayos químicos de la luz—en el bromuro de plata, por ejemplo—descomponen á esta sal en bromo y subromuro de plata, precipitándose, por reducción, vestigios de este metal. El líquido reductor (revelador), parece ser que facilita esta reducción.

El efecto de los rayos Rontgen sobre las sales de plata es análogo al de la luz.

Se entiende por sensibilidad, la capacidad que tienen las sales aloideas de plata para alterarse bajo la acción de los rayos.

La sal de plata más sensible, y que casi exclusivamente se emplea en radiografía, es el bromuro de plata.

Placas.—Una mezcla de bromuro de plata y gelatina forma la llamada emulsión, sensible á la luz y á los rayos Rontgen. Las placas que se usan en radiografía están recubiertas de una capa de esta substancia.

En radiografía deben usarse las placas más sensibles, porque esta cualidad permite al radiólogo, no solamente acortar el tiempo de exposición, sino lo que es más importante, emplear tubos más blandos.

Entre las numerosas marcas de placas que se expenden en el comercio, figuran como muy acreditadas las de Schleussner, Agfa, Volfram, Lumiere y otras.

En vez de cristal úsase también una hoja de celuloide cubierta de la emulsión mencionada. Estas hojas, delgadas é irrompibles, que reciben el nombre de «Films», se utilizan para radiografías de dientes y del maxilar. Son menos sensibles á los rayos que las placas.

Sólo en una pequeña parte son absorbidos los rayos Rontgen por la emulsión, y esta parte es la que produce reacción química que se traduce en la formación de la imagen.

El Dr. Max Levy intentó cubrir de gelatina las dos caras de la placa con el fin de aumentar la sensibilidad de ésta, pero desistió por el inconveniente que ofrece la impermeabilidad del vidrio para los rayos.

El Dr. Schleussner emulsiona por un lado solo, pero emplea una capa muy gruesa, con lo cual ha logrado mayor sensibilidad. Esto último tiene, sin embargo, el inconveniente de que en general se necesita emplear más tiempo en el revelado y demás operaciones fotográficas que con las placas ordinarias, pues así es preciso para que los líquidos alcancen á las capas más profundas de la gelatina.

Para impresionar las placas se encierran en cajas especiales llamadas chasis, ó bien se envuelven en hojas de papel negro especial (Schleussner, einzelpackung).

La placa se impresiona tanto más pronto cuanto más cerca se encuentre del tubo, pues el efecto de los rayos disminuye con el cuadrado de la distancia.

El cuarto oscuro.—El local para el revelado ha de carecer absolutamente de luz. Así lo exige la sensibilidad extraordinaria de las placas Rontgen. Debe estar provisto de agüa corriente por medio de una regadera y de luz roja, la cual no ejerce acción ninguna sobre las placas. La calidad de un foco

de luz roja se prueba exponiendo á dicha luz una placa y sometiéndola al revelado al mismo tiempo que otra placa recién sacada de una caja. Si la primera se conduce de modo distinto á la segunda, es que la luz roja no es buena.

Se puede disponer de luz roja por medio de una ventana con cristal rojo, de una lámpara de petróleo, de la luz eléctrica, ó también de velas en linterna con cristal rojo. Lo mejor es la luz eléctrica, sobre todo provista de una resistencia ó regulador para graduar la intensidad de aquélla.

La luz del día utilizada á través del cristal rojo ofrece el inconveniente de que varía de intensidad según la hora y el tiempo.

El revelado. – La primera condición en el revelado es la limpieza; es la segunda la paciencia. Tres cubetas contienen los líquidos necesarios para la operación. Las cubetas pueden ser de porcelana, de papel comprimido y de vidrio. Para el agua y el baño fijador son preferibles las cubetas de porcelana.

El tamaño de las cubetas depende de las dimensiones de las placas. Placas mayores de 30 × 40 rara vez se emplean (la falta de aseo en el revelado es un grave peligro, por que puede ocasionar la descomposición del revelador por mezcla con vestigios de la sosa del baño fijador.) Se lava la cubeta del revelador muy bien en agua corriente antes de empezar el trabajo. Se procura, si es posible, no introducir los dedos en los líquidos, sobre todo si las manos están humedecidas, tanto más cuanto que los alcalis cáusticos atacan fuertemente la piel y las uñas. Los restos más insignificantes del baño fijador bastan generalmente para estropear el revelador. Todos nuestros esfuerzos pueden verse malogrados si, por ejemplo, se secan las manos en un paño sin lavarlas antes, y más tarde se introducen en el revelador; por esto nunca se recomendará bastante que las manos se laven siempre muy bien después de mojadas en un baño.

El número de reveladores que se usan es considerable. En Alemania se prefiere el glicin, el cual se prepara de la forma siguiente: se disuelven 12 gramos y medio de sulfito de sosa

anhidro (ó 25 gramos del cristalizado) en 40 C. C. de agua caliente. Después que la disolución es completa, añádense 10 gramos de glicin y 50 gramos, poco á poco, de potasa. Todo constituye un total de 75 gramos, que es una solución concentrada que se agitará fuertemente antes de usarla. Para el uso, se disuelve este revelador concentrado en 10 ó 15 partes de agua. Para evitar el velo, se adiciona una escasa cantidad de solución al 10 por 100 de bromuro potásico.

Otro revelador, muy recomendable, es el siguiente.

Metol....................	4	gramos
Hidroquininona.............	7	»
Sulfito de sosa cristalizado.....	200	»
Carbonato de sosa	250	»
Bromuro potásico...........	0'25	»
Agua destilada.............	1000	»

Para usarlo se añade una cantidad igual de agua. Es conveniente usar siempre un mismo revelador.

El tiempo necesario para que el revelado esté terminado es muy variable, pues depende de varias circunstancias como el tiempo de exposición, el espesor de la región, la clase de placa, etc. El revelado de las placas radiográficas debe ser prolongado, profundo, hasta que la imagen se oscurezca. Es una operación difícil de realizar bien, que exige bastante práctica, pero siempre es preferible, en caso de duda, pasarse á quedarse corto.

El fijado.—Del revelador pasa la placa al agua, bajo un chorro suave en forma de regadera que no arrastre la gelatina. Este lavado tiene por objeto limpiar ó arrastrar los productos del revelado que de otro modo perjudicarían al baño fijador. Después de unos minutos de limpieza pasa la placa al baño fijador. Disolviendo las sales fijadoras (hiposulfito de sosa) hasta la saturación y adicionando un poco de ácido cítrico ó sulfúrico al uno ó dos por 100, queda preparado el baño fijador.

En el baño fijador, la placa se vuelve poco á poco transparente. Para observar el estado de la placa se la mira por la cara

desprovista de gelatina, que es por la que descansa siempre en la cubeta, y cuando ha desaparecido toda mancha blanca, debe esperarse unos dos minutos para considerar terminado el fijado de la placa. Entonces puede sacarse á la luz una vez bien lavada bajo chorro de regadera un buen rato. Lavándolas bien es como pueden conservarse mucho tiempo.

El baño fijador puede utilizarse largo tiempo si está acidificado, hasta que lentamente se debilita y hay que sustituirlo.

Examen de la negativa.—Obtenida la negativa, se coloca frente á un cristal blanco mate, iluminado con regularidad, y se estudia.

Una negativa impresionada con tubo blando y con la exposición necesaria, pone de manifiesto bellos contrastes entre los tejidos blandos y los huesos, y, en estos, detalles de fina estructura. Las partes más transparentes á los rayos Rontgen aparecen de color más oscuro, y claro los tejidos y objetos más densos. Según aumente el espesor de la región, disminuye el contraste entre los órganos y tejidos. Los mejores clichés se obtienen siempre con tubos blandos y nuevos.

Cuando el tubo está duro aparece el velo en la placa, como resultado de la acción de los rayos secundarios.

La exposición corta se manifiesta en la placa por falta de extructura en el tejido óseo, mientras las partes blandas aparecen con bastante detalle, si el tubo es blando. La placa está transparente, sin contrastes.

El exceso de exposición, singularmente con los tubos blandos, hace desaparecer la imagen de las partes blandas, mientras las óseas, aunque muy oscurecidas, permiten apreciar detalles de estructura. Si el tubo es muy duro, entonces la placa aparece de aspecto grisáceo, sin belleza en la imagen, y sin contrastes entre los distintos tejidos.

Observando la placa con unos gemelos á pocos metros de distancia, se obtiene un efecto en el examen de la imagen notablemente mejor.

El reforzamiento.—Cuando la placa está débil por corta de revelado, se sumerge en una disolución de sublimado corrosivo, (muy tóxico) donde adquiere una coloración gris azu-

lada y después blanca. Durante esta operación se sostiene en movimiento constante la cubeta que contiene el baño con la placa, procurando que el líquido cubra á ésta completamente. Después se separa la placa y se coloca en una solución de amoniaco ó de cloruro amónico, donde otra vez se ennegrece.

La placa, tratada de esta forma, muestra mayor contraste.

La reimpresión y el procedimiento de la diapositiva. —Para mejorar las placas cortas de exposición ó débilmente reveladas, se aplica en el cuarto oscuro la cara de la gelatina de la placa sobre la correspondiente de una placa reciente, y se expone á una luz débil en forma que ésta impresione la placa reciente á través de la que se trata de reimprimir. La placa expuesta de este modo se refuerza notablemente después del revelado; la imagen de esta última, reproducida por segunda vez en igual forma sobre una tercera placa, adquiere mayor contraste, y así sucesivamente, hasta el grado que se desea.

Algunos autores presentan diapositivas reducidas de tamaño de sus mejores negativas, para formar grandes películas cinematográficas con auxilio de un aparato de proyecciones.

El procedimiento de las positivas.—Aunque con la imagen negativa hemos podido descubrir los detalles que la región ofrece, con más precisión acaso que en una prueba positiva, y será siempre preferible encargar el trabajo de copia á un fotógrafo, hay casos en que el radiográfo tiene necesidad de verificar la prueba positiva. Y para estos casos vamos á tratar brevemente este punto, invitando al lector que desee poseer más detalles sobre el particular, que consulte los tratados especiales de fotografía.

La operación de trasladar la imagen negativa que hemos recogido sobre la placa, á una hoja de papel cubierta por una capa de emulsión de una sal de plata, está fundada en la sensibilidad para la luz de dicho papel. En una caja, llamada prensa fotográfica, se aplica la cara sensible del papel á la de la placa, ya seca, quedando el papel y la placa exactamente ajustados entre sí por una pared de madera y un cristal. Expuesta á la luz natural ó artificial, por el lado del cristal, se impresiona el papel á través de la placa, pasando los rayos luminosos más fácil-

mente por la imagen que por el resto de la misma, lo cual da por resultado que aparezca oscuro en el papel lo claro de la placa, y viceversa. Los huesos, que aparecen más claros en la negativa, están más oscuros en la positiva, y los tejidos blandos, menos claros en aquélla, están menos oscurecidos en la positiva. Además, la imagen está invertida.

La positiva puede obtenerse impresionando con la luz natural ó con la luz artificial. En el primer caso se hace uso del papel citrato, y en el segundo, del papel bromuro.

Se coloca la placa ó cliché en una prensa de positivas con la cara de gelatina (que tiene aspecto deslustrado) para arriba y la cara sensible del papel para abajo. Se cierra la prensa y se expone á la luz del día por la cara del cristal en el sitio mejor iluminado.

De vez en cuando se examina el papel abriendo la prensa por un lado sólo, y cuando la imagen está fuertemente marcada se saca el papel para someterlo al viraje.

Como en esta última operación la imagen se debilita mucho, conviene que la impresión sea más fuerte de lo que se desee obtener.

Para evitar el velo se manipulará y examinará siempre el papel en sitio en que no haya mucha luz.

La exposición á la luz no debe hacerse directamente al sol más que con clichés muy fuertes; á la sombra, cerca del sol, tarda más en impresionarse, pero el resultado de la copia es mejor.

El tiempo que tarda en impresionarse el papel varía mucho, pues mientras en días de cielo despejado bastan algunos minutos, son necesarias muchas horas en días muy nublados.

Viraje.—Terminada la impresión, se procede al viraje y fijado del papel. Esta operación puede efectuarse en dos baños consecutivos ó en uno solo. Lo más cómodo es el virofijado en un baño único. (Véanse al final las fórmulas.) La primera vez que se usa éste deben ponerse en la cubeta partes iguales de virofijador y de agua.

Antes de virofijar la prueba es conveniente lavarla con agua abundante.

Después se sumerge la positiva en el virofijador con la parte impresionada hacia abajo, procurando no se formen burbujas en el agua que impidan la acción del líquido sobre la capa sensible del papel. La imagen adquiere entonces un color amarillento que se torna en violeta. Cuando el color adquiere el tono que se desea, se pasa á una cubeta con agua. Esta operación dura en total unos ocho ó diez minutos.

En un mismo baño de virofijador pueden prepararse varias pruebas, teniendo cuidado de que todas estén cubiertas por el líquido.

Durante el virofijado se imprime á la cubeta un movimiento constante de ligero balanceo.

Estas operaciones se realizan bajo la luz difusa, no conviniendo la luz artificial porque dificulta apreciar bien el tono de la positiva.

Terminado el virofijado, se lavan las pruebas en agua corriente durante una hoia, ó se las cambia el agua en una cubeta quince ó diez y seis veces. Por último, se ponen á secar colgadas por uno de sus ángulos.

Impresión á la luz artificial.—Se utilizan papeles al gelatino-bromuro de plata, que pueden ser rápidos ó lentos.

Para los primeros, se carga la prensa bajo la luz roja del cuarto obscuro con la placa y el papel en la forma ya expresada anteriormente. La cara sensible del papel reconócese en que por dicha cara se abarquilla éste.

A la distancia de medio metro se expone la prensa, ya cargada, á la luz de una lámpara eléctrica de diez bujías por el plano del cristal durante unos breves segundos, según la impresión que tenga el cliché. El tiempo de exposición está en relación directa con la intensidad de la placa é inversa con la de la luz.

Impresionado el papel, se saca bajo la luz roja, de la prensa y se pasa inmediatamente al revelador, donde bien pronto surge la imagen. Una vez que ésta adquiere la intensidad necesaria, se enjuaga y se pone en el baño fijador.

El revelador debe ser más débil que el usado para las placas y contener algunas gotas de solución de bromuro potásico al 10 por 100.

El fijador también debe estar más debilitado.

Agua.....................	1000 gramos.
Hiposulfito sódico	15 »

En este baño permanecen las positivas de diez á quince minutos, lavándose y desecándose después conforme ya tenemos dicho.

En verano se sumergen en un baño de alumbre al 5 por 100 para evitar la formación de ampollas, lavándolas después.

Los papeles bromuros lentos, llamados «Gaslight», se manejan mejor y dan imágenes más dulces que los rápidos.

Su manipulación no exige el empleo de la luz roja.

En una habitación con luz artificial y á dos ó tres metros de distancia se verifican todas las operaciones, cuidando que la luz no llegue directamente al papel. En estas condiciones se abre el paquete y carga la prensa, como ya se ha dicho.

La impresión se obtiene á unos 15 centímetros de distancia de una lámpara de diez bujías durante uno ó dos minutos, según como esté de impresión la placa.

Se practica el revelado, que será tan enérgico como el de las placas, adicionando unas gotas de bromuro potásico. El revelado dura pocos segundos. Un revelado prolongado es funesto para estos papeles.

Es conveniente que el agua en que se enjuagan los papeles al bromuro después del revelado y antes del fijado, esté acidulada con solución de ácido acético al 1 por 100.

La positiva, seca, se corta á la medida que se desee, se humedece y se pega en la cartulina.

Esmalte. – El papel positiva se fabrica de dos clases: de superficie brillante y de superficie mate.

El papel brillante se puede esmaltar, con lo cual gana la imagen mucho en belleza.

Para ello se dispone de una lámina gruesa de cristal, se limpia primeramente con agua, con alcohol después y se pasea por la superficie una muñequita llena de polvo de talco. Seguidamente se frota el cristal con un paño limpio y seco para quitar el polvo del talco.

La prueba positiva, seca, se humedece en agua clara durante cinco ó diez minutos, y se aplica al cristal por el lado de la imagen, pasando suavemente un rodillo de cauchú para separar las burbujas de aire que puedan haber.

El papel positiva que consideramos más recomendable en Radiografía, es el llamado Barnet, pues da muy hermosos contrastes.

Fórmulas para revelar los papeles bromuro

Revelador al metol-hidroquinona en una solución para papeles de bromuro, lentos (Gaslicht):

Agua caliente	500	gramos.
Metol	1	»
Hidroquinona	3,25	»
Sulfito de sosa cristalizado	75	»
Carbonato de sosa cristalizado	36	»
Bromuro potásico	0,50	»

Disuélvanse los productos por el orden indicado.

Revelador especial para papeles al bromuro, rápidos:

Agua	1.000	gramos.
Metol	6	»
Hidroquinona	4	»
Sulfito de sosa cristalizado	75	»
Carbonato de potasa	25	»
Bromuro potásico	1,50	»

Disuélvanse los productos en agua caliente por el orden indicado.

El revelado termina en uno ó dos minutos.

Virofijador

Solución A

Agua.	1.000	gramos.
Hiposulfito de sosa	250	»
Alumbre blanco.	15	»

Solución B

Agua.	100	gramos.
Cloruro de oro	1	»

Para preparar el baño se añaden á 100 partes de la solución A, 6 partes de la de B, siendo conveniente mezclarlo veinticuatro horas antes de usarlo.

La primera vez que se usa se ponen en la cubeta partes iguales de virofijador y de agua; lo que después queda se echa en otro frasco, y cada vez que se vaya á virofijar se emplea el usado, añadiendo un poco de líquido nuevo.

V

Lesiones que producen los rayos Rontgen

Las lesiones provocadas por los rayos Rontgen se pueden dividir, en general, en dos grandes grupos: Las que se desarrollan en breve tiempo, pero en forma intensa, y las que se producen de un modo lento.

En particular, dichas lesiones corresponden:

1.º A todos los tejidos de la piel.

2.º A los órganos internos.

a) A los tejidos linfáticos.

b) A los testículos y ovarios.

c) Al sistema nervioso.

3.º Al crecimiento.

4.º A la energía vital.

Además se han observado algunas enfermedades consecutivas.

1.º SOBRE EL TEJIMIENTO EXTERNO.—*a)* En una zona circunscripta de la piel se desarrolla la radiodermitis con motivo de una sola irradiación, ó, lo que es más común, de varias irradiaciones en el transcurso de días ó semanas, debido á la acumulación de la energía en los tejidos.

En el primer período de la radiodermitis se desprende el pelo y, á veces, la piel se pigmenta sin mostrar fenómenos in-

flamatorios, lo cual desaparece á los pocos meses. El segundo período se caracteriza por síntomas inflamatorios (hiperemia, elevación térmica local é infiltración) de la piel, acompañados de picor, etc. Siguen la caída del pelo, la pigmentación y la descamación. A los pocos meses vuelve la piel al estado normal. En el tercer período se presentan dolores intensos, aumenta la infiltración hasta formarse vesículas con supuración, que dura varias semanas. La curación que en este caso se obtiene nunca es completa. Subsisten la pigmentación, la telangiectasia, la caída parcial del pelo, etc. Al cuarto período corresponde un estado que se caracteriza por destrucción de la piel, seguida de ulceración, que exige meses y años para su curación, dejando como huellas cicatrices, atrofia cutánea, telangiectasias y alteraciones pigmentarias.

b) La radiodermitis crónica se presenta como resultado de la acumulación del efecto de los rayos con motivo de aplicaciones cortas y repetidas (especialmente en las manos, cara y regiones exteriores del cuello y del pecho.) Se inicia por rubefacción é infiltración cutáneas, y después siguen fenómenos de hiperkeratosis. La piel se endurece y seca, mostrándose apergaminada y quebradiza.

Además se forman engrosamientos muy dolorosos de aspecto serpiginoso en la epidermis de la matriz ungueal y de los repliegues interdigitales, que se complican con abscesos subepidérmicos.

Más tarde se presentan: Dilatación de los capilares de la piel; varices capilares, telangiectasias y, sobre todo, alteraciones de las uñas, las cuales se adelgazan y agrietan, dividen á lo largo, atrofian y caen.

Finalmente, se forman escoriaciones y úlceras que motivan alteraciones en los tendones y originan anquilosis de los dedos y contracturas y, á veces, dan lugar á cancroides y epiteliomas.

Las radiodermis agudas se acompañan de fiebre (destrucción celular, fiebre de reabsorción, y exantemas extensos.

También se observan conjuntivitis y laringitis.

2.º ORGANOS INTERNOS.—*a)* Organos lifáticos. Se ha de-

mostrado por experimentos hechos en animales que los rayos Rontgen imprimen cambios degenerativos sobre el bazo que conducen á la retracción del órgano; en la médula ósea se destruyen bajo su influencia los elementos nucleados, los ganglios linfáticos degeneran, lo cual es causa de agotamiento en la formación de los leucocitos y de la destrucción de las vías linfáticas. Análogos efectos se producen en los folículos intestinales.

Los rayos Rontgen destruyen á los leucocitos circulantes de la sangre, siendo los más resistentes entre éstos, los linfocitos.

b) Está demostrado, según Von Hermann, que sobre los órganos genitales ocasionan la esterilidad por atrofia y degeneración del epitelio específico de los canalículos del testículo y epidídimo, sin que se altere en lo más mínimo la aptitud para la cópula. Se presenta primeramente la oligospermia, después la necrospermia, y, repitiendo las aplicaciones, termina por la azospermia y la atrofia completa del testículo.

Sobre los ovarios actúa haciendo desaparecer la vesícula de Graaf y produciendo su atrofia general.

Parece demostrado que en los animales se verifica la muerte del fruto de la concepción dentro del útero.

c) Sobre el sistema nervioso se han señalado, cuando las sesiones se prolongan y repiten, cefalalgias, aturdimiento, sensación de vértigo (como en la insolación), malestar y debilidad general; salivación, vómitos, diarrea y cólicos; palpitaciones, opresión precordial, irregularidad del pulso, disnea ó insomnio. Se han observado también casos de neuritis y parálisis, y temblores en las extremidades superiores análogos á los de los alcohólicos.

3.º ALTERACIONES DEL CRECIMIENTO.—En los animales jóvenes, dosis pequeñas de rayos Rontgen causan trastornos profundos del crecimiento. En los niños no se ha observado tal fenómeno, pero, sin embargo, deben adoptarse precauciones en los más pequeños.

4.º SOBRE LA VIDA MISMA.—Los ratones perecen bajo la acción de los rayos Rontgen con tanta mayor rapidez cuanto más jóvenes son.

Enfermedades consecutivas: Hermann, de Halle, ha observado un caso de psicosis grave, y otro de neurosis también grave.

Todas estas lesiones se han observado perfectamente en los médicos, ingenieros y personal auxiliar, mucho menos en los enfermos.

Con las debidas precauciones pueden evitarse ó reducirse considerablemente tales daños. A este efecto conviene tener presente el distinto grado de sensibilidad á los rayos de los individuos y de la región del cuerpo que se irradie, lo mismo exactamente que cuando se prescribe un medicamento.

Las personas débiles deben recibir dosis pequeñas de rayos Rontgen, é igualmente aquellas otras cuya piel se muestre especialmente sensible á los estímulos externos (sol, calor.) Las regiones flexoras son más sensibles que las extensoras.

La energía de los rayos depende:

1.º De la calidad y cantidad de los mismos; y,

2.º De la distancia entre el tubo y la región irradiada.

La calidad depende del grado de dureza del tubo, y la cantidad, del tiempo de exposición y de la intensidad de la descarga.

APÉNDICE

De la Radiografía en campaña.

Una instalación de radiografía de campaña no debe considerarse como tal si no dispone del flúido eléctrico necesario para poder poner en función los aparatos en el punto y hora que sea menester. Esto guarda estrecha relación con el generador eléctrico que ha de acompañar á la instalación, y constituye el problema principal de toda instalación de radiografía de campaña. Todo lo demás, como son los detalles referentes á la colocación de aparatos en cajas apropiadas, el montaje y puesta en marcha de los mismos y aun la habilitación del cuarto oscuro, etc., etc., no crea dificultades de mayor importancia en este servicio de campaña.

Y así se explica que los aparatos que construyen las Casas que á esta industria se dedican presenten sus principales diferencias en este punto que señalamos; es decir, en el grupo electrógeno.

Hecha abstracción de la máquina electroestática, qne los norteamericanos utilizan para este servicio en campaña, las pilas, etc., como generadores del flúido eléctrico, por ser per-

fectamente inaceptables para este servicio, nos detendremos un momento en los acumuladores y en la dinamo, que son los aparatos más adoptados hoy como generadores eléctricos en las instalaciones de radiografía de campaña.

Si se tiene en cuenta que los acumuladores son muy pesados, exigen líquido de peligroso manejo como lo es el ácido sulfúrico puro, varias horas para su carga, muchos cuidados para su conservación y funcionamiento, la corriente industrial precisamente continua ó un grupo compuesto de dinamo ó, en defecto de éste, fuerza mecánica para su carga y, por último, que su rendimiento es escaso, se comprenderá sin gran esfuerzo que no son esta clase de generadores eléctricos los más apropiados para producir la corriente continua que hemos de transformar en rayos X en un centro de población ó en el campo.

En cambio, la dinamo es un generador eléctrico de muy sencillo manejo y de suficiente rendimiento para atender á los trabajos radioscópicos y radiográficos en buenas condiciones, así como para el alumbrado eléctrico necesario para estas operaciones.

La dinamo necesita para su funcionamiento un mecanismo cualquiera sobre el cual puede actuar la mano del hombre, la fuerza animal ó, lo que es mejor, un motor de gasolina, alcohol ó bencina, que todas estas substancias se emplean.

La fuerza del hombre es muy irregular y se agota pronto; la del animal exige también de éste gran regularidad de trabajo, lo cual es punto menos que imposible de lograr en la práctica. Por lo cual, y porque el sistema mecánico que se emplee para mover la dinamo ha de ser no menos pesado que un motor, resulta que este último aparato es el que debe merecer nuestra preferencia para actuar sobre la dinamo.

Expuesto todo lo que antecede, fijaremos preferentemente nuestra atención en aquellas instalaciones que disponen del grupo motor-dinamo como generador eléctrico, y pueden utilizar además la corriente industrial del alumbrado para su funcionamiento. Los aparatos así construídos son seguramente los que más garantías ofrecen para desempeñar su peculiar come-

tido, lo mismo en poblado que cuente con dicho flúido que en el campo.

Desde hace algunos años está provisto el ejército francés de un automóvil de radiografía de diez caballos de fuerza.

Por un mecanismo determinado se aprovecha el motor del coche, parado, para que actúe sobre la dinamo que alimenta de corriente continua á los aparatos. La caja del coche cierra por su cara posterior con una puerta de dos hojas que abren; una de arriba abajo y la otra de abajo arriba. La primera queda sostenida en posición horizontal por unas barras de hierro. Ambas amplían la capacidad de la caja en forma tal, que colgando de la superior unas cortinas que cierran perfectamente, puede habilitarse el interior en condiciones de oscuridad para los trabajos radioscópicos y radiográficos. Todos los aparatos Rontgen van colocados en el coche en forma conveniente.

No se comprende fácilmente que un automóvil de dimensiones ordinarias como es éste, tenga capacidad suficiente para que en su interior quepan los aparatos Rontgen en función con la mesa radiográfica, el operador, el enfermo y un ayudante.

Las instalaciones de rayos X de campaña deben dividirse en dos grupos; unas cuyos aparatos no pueden ser transportados más que en un coche determinado, y otras que lo pueden ser en cualquier otro determinado.

A estos últimos pertenece la construída por la firma M. Kohl. Van estos aparatos en tres cajas cerradas transportables. En una está la batería de acumuladores, en otra la bobina, y en la otra el interruptor y los aparatos de medida. El interruptor es de mercurio.

La carga de los acumuladores se verifica aprovechando la corriente continua de la calle y, en su defecto, por medio de un sistema de engranaje que, movido por dos hombres, actúa sobre una dinamo. Esta máquina de engranaje es bastante pesada y no ofrece seguramente importantes ventajas sobre un motor de gasolina.

Otro modelo de aparatos, muy semejante al anterior, es el del Dr. Max Levy. Están colocados también en tres cajas que se disponen en forma análoga al anterior. Hay, sin embargo,

otra caja especial que contiene un soporte, un fluoroscopio de 24 por 30 y tres tubos Rontgen.

La Sociedad «Sanitas», de Berlín, construye esta clase de aparatos que conduce en tres cajas, y éstas á su vez, van dentro de un baúl durante el transporte. La batería de acumuladores se compone de ocho unidades con un potencial de 16 voltios y 28 amperios de capacidad. En la caja número dos hay un pie soporte, dos tubos, un criptoscopio y una bandeja. En la caja número tres está contenido el inductor (15 á 25 centímetros de chispa) unido con un interruptor Deprez y el cuadro de distribución. El pie soporte está plegado en la caja del inductor.

Para la carga de acumuladores puede emplearse un grupo con generador de bencina, pero pesa mucho (500 kilos). Este grupo electrógeno puede emplearse en sustitución de la batería de acumuladores.

La Casa Reiniger construye un material transportable para los hospitales en tiempos de paz que puede utilizarse para la guerra. Puede funcionar con cualquier tensión y clase de corriente, ya sea continua ó alterna, para lo cual se hace uso de un enchufe con la corriente industrial. Estos aparatos son inseparables de las cajas donde están contenidos. La casa no monta estos aparatos en un coche especial por que una avería que éste sufra puede imposibilitar el servicio de los mismos. El empaquetamiento de la instalación se efectúa en unos 25 minutos.

Dispone esta instalación, además, de nn motor de bencina que consume 0,4 kilogramos por hora de caballo de fuerza, y de una dinamo unida á aquella por correas sin fin cortas, y fijas ambas sobre una plataforma común de hierro colado. La carga máxima es de unos 90 voltios y 15 amperios, rendimiento más que suficiente para este servicio. El depósito de bencina contiene dos litros, y basta para hora y media de trabajo. Lleva interruptor electrolítico con tres puntas de platino.

Otro modelo de radiografía de campaña es el carro construido por la casa Siemens Halske, de Berlín, que tiene de común con el anterior el poder utilizar la corriente industrial, continua ó alterna, y llevar su grupo de motor y dinamo para

cuando no se dispone de la primera fuente de electricidad.

El carro es tipo de ambulancia militar alemana, y permite por las puertas que en sus paredes lleva, montar y desmontar fácilmente los aparatos.

El motor de gasolina, que puede servir también para alcohol, está fijo al carro en su parte media y posterior. El depósito de bencina contiene 45 litros, suficiente para 24 horas de trabajo.

El potencial de la dinamo es de 65 voltios por 20 amperios de descarga, cantidad bastante para que el tubo Rontgen trabaje en buenas condiciones.

El interruptor es electrolítico, con dos ánodos; los tubos son tres y la bobina es de 45 céntímetros de chispa.

Dispone esta instalación de luz eléctrica, de piezas de recambio, una caja de herramientas para las recomposiciones en caso de averías y todo el material y utensilio fotográfico necesario, dispuesto todo convenientemente en cajas que van colocadas en sitios determinados del carro. También acompaña al carro, que va tirado por dos caballos, una tienda de campaña para hacer los trabajos radiográficos, no faltando otra cosa que la cámara oscura, detalle de capital importancia pero indudablemente de solución fácil. La tienda de campaña no es transportada por el carro, pues éste va ocupado totalmente con el material radiográfico indicado.

Este modelo está adoptado por los ejércitos alemán y austriaco.

Y por último, la Veifa Verke, de Frankfort, ha construido también un modelo de radiografía de campaña de tipo transportable, es decir, que no es inseparable de un coche precisamente, sino que puede disponerse en cualquier vehículo conveniente. Se compone de tres cajas portadoras de los aparatos con un peso de 42, 30 y 35 kilos cada una. Y un grupo de motor y dinamo *(Fig. 83)*, montado sobre una plataforma, que pesa 280 kilos, peso que puede ser trasladado á otro coche en caso de avería, por cuatro hombres. Además, esta instalación puede utilizarse con la corriente continua ó alterna. El modelo de interruptor es el Vehnelt, y la bobina es de 30 centímetros

de chispa. Dispone también de luz eléctrica y de todo el utensilio y material fotográfico necesario para esta clase de operaciones. El depósito de gasolina contiene cantidad suficiente de esta sustancia para un trabajo de cinco horas, y como una radiografía necesita de exposición, con este material, unos 40 ó 50 seguudos, por término medio, resulta que hay gasolina bas-

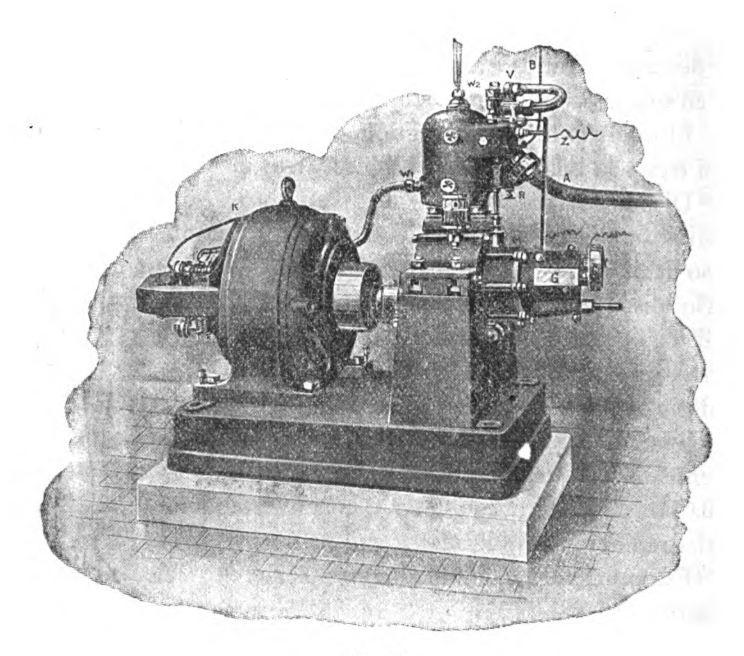


Fig 83

tante para obtener un número considerable de las mismas. Para la refrigeración del motor lleva un aparato refrigerador con diez litros de agua.

Las figuras adjuntas dan idea de una instalación transportable para campaña, de esta fábrica, si bien que el medio de transporte no nos parece el más apropiado.

Actualmente se está construyendo bajo la inteligente dirección del primer Jefe del Parque de Sanidad Militar, Sr. Sa-

linas, y con la modesta cooperación de quien esto escribe un furgón de radiografía de campaña.

Según el proyecto correspondiente, este furgón de radiografía consta de un coche Lohoner modificado según las necesidades del material que ha de transportar.

El grupo electrógeno *(Fig. 83)*, consiste en un motor de bencina que actúa sobre una dinamo que desarrolla corriente contínua de 7 á 8 amperios de intensidad con potencial de 100 voltios, siendo su peso de 280 kilos.

El resto del material va distribuído en cinco cajas, en la forma siguiente:

Caja núm. 1

1 Interruptor de mercurio.
2 Tubos Veifa.
4 Sacos de arena.
4 Juegos de cifras metálicas.
1 Libro registro de radiografías.
2 Embudos de cristal.
2 Idem de metal.
1 Radiocromómetro.

Caja núm. 2

1 Frasco cuenta-gotas con 50 cc. de bromuro potásico al 10 por 100.
20 Frascos revelador Glicín concentrado de á 100 cc.
1 Tablero especial para secar placas.
10 Latas pequeñas con hiposulfito para 1 litro de fijador cada una.
2 Frascos con rótulo «baño fijador», de 1 litro.
2 Idem íd. «baño revelador», de ídem.
1 Vaso con 150 cc. mercurio.
1 Idem con 1 litro de petróleo.
4 metros tubo cauchú.

Caja núm. 3 (protegida por hojadelata)

8 Cajas de placas de 18 × 24.
6 Idem íd. de 24 × 30.
1 Paño de protección de color rojo de un metro.
1 Criptoscopio.
2 Chasis de metal (24 × 30).
2 Cartulinas de reforzamiento (24 × 30 y 18 × 24).
7 Cubetas de cartón (2,18 × 24, 2,24 × 30 y 3,30 × 40).
25 Hojas de papel Schleussner.
1 Tratado de Radiografía.

Caja núm. 4

1 Bobina intensiva de 30 centímetros chispa.
1 Linterna con cristal rojo para la cámara oscura.
2 Cables alta tensión de metro y medio.
1 Cronómetro de segundos.
1 Cinta métrica.
1 Cuadrícula para localizar proyectiles.
1 Plomada.
1 Escuadra.

Caja núm. 5

Accesorios de repuesto para la dinamo, motor de bencina, velas, conductores de unión, fusibles, lámpara, caja para almacenar las placas usadas y de reserva, un embudo para bencina con criba, un ídem para agua, un lubrificador, una jarra para lubrificante, una vasija medida de hojadelata; una cubierta de tela; un cepillo con mango y una jarra para agua.

Por último:
1 Mesa radiográfica.

1 Mesita articulable para el revelado.
1 Silla.
1 Depósito de agua.
1 Pie soporte.

La caja que contiene las placas, las cartulinas de reforzamiento y el criptoscopio, ha de cerrar herméticamente para impedir en lo posible la acción directa de la luz. Sus paredes estarán cubiertas con plancha de plomo ú hojadelata para proteger dicho material de la influencia de los rayos Rontgen.

La frasquería necesita almohadillaje para prevenir su rotura.

El coche deberá disponer de compartimentos laterales con sus puertas respectivas para facilitar la carga y descarga de las cajas en el mismo.

Una tienda de campaña de seis metros servirá de local para los trabajos radioscópicos y radiográficos. Debe ser de material impermeable, que cierre completamente hasta el suelo y pintada de negro por dentro. Del techo de la misma colgarán hasta el suelo unas cortinas gruesas y negras que cierran completamente en un espacio de metro y medio.

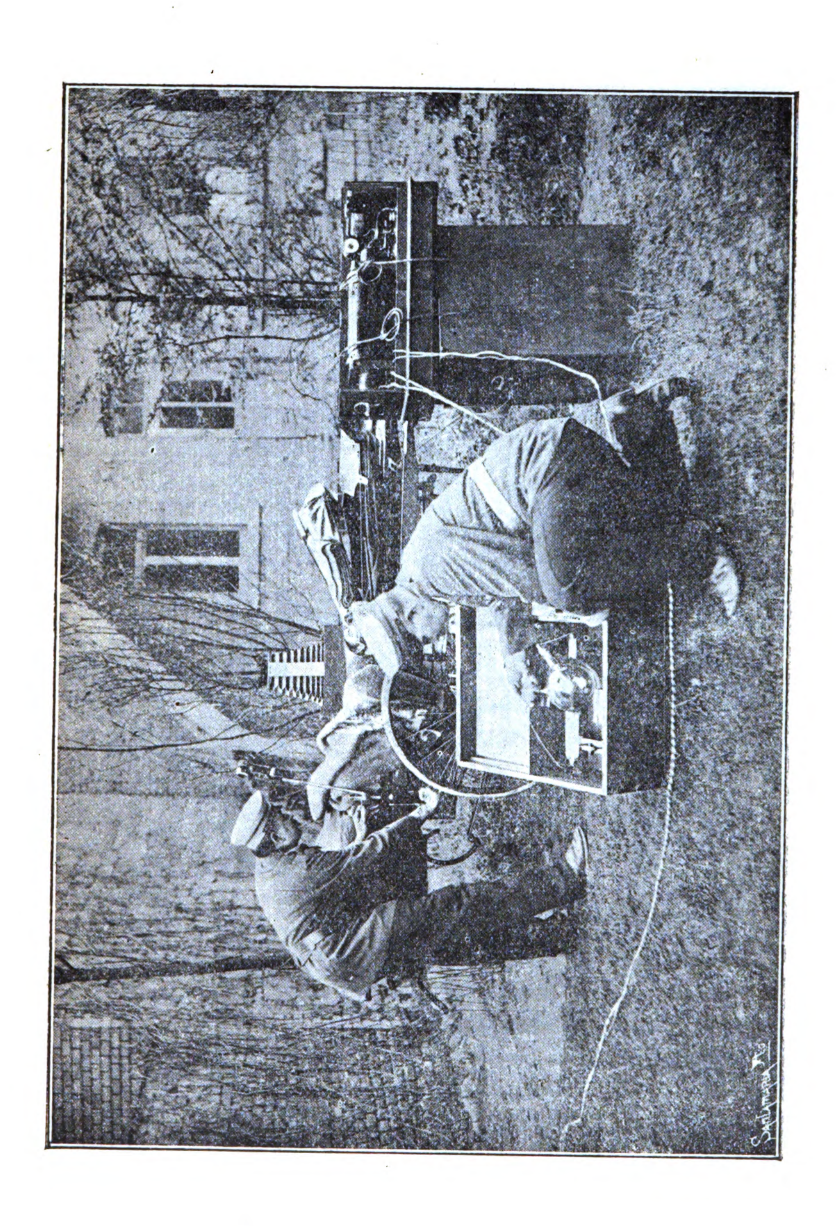
El grupo electrógeno permanece fijo en el coche. El resto del material se descarga en el momento y lugar en que el servicio lo reclame. Un cable largo conduce la corriente de la dinamo desde el cóche á la tienda de campaña donde están montados los aparatos.

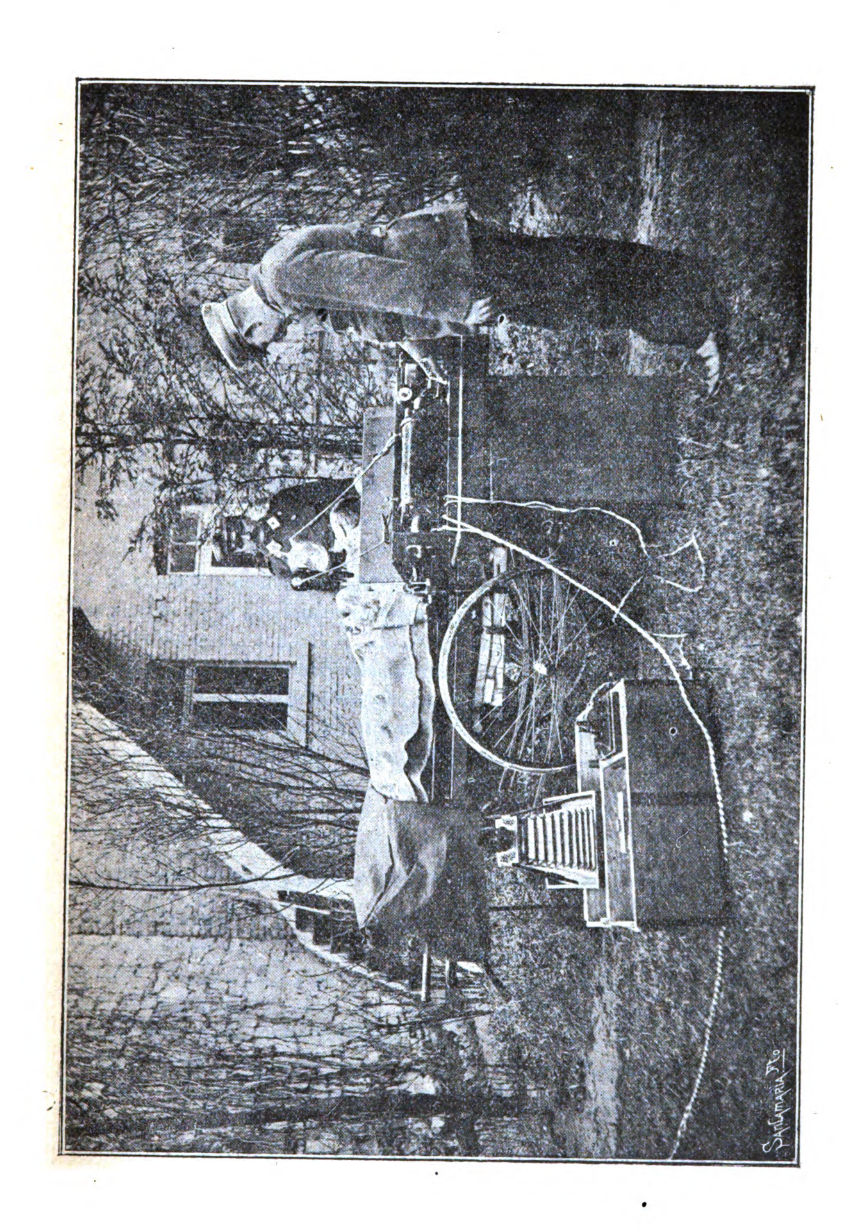
(Véanse las siguientes figuras de una instalación transportable de campaña.)

FIN


SANTAMARIA Fto


SANTAMARIA Fto





ÍNDICE

Páginas

IV

LA INDUCCIÓN

V

INTERRUPCIÓN DE LA CORRIENTE

VI

VII

VIII

Páginas

IX

PARTE SEGUNDA

I

II

TÉCNICA RADIOLÓGICA EN GENERAL

III

TÉCNICA RADIOLÓGICA EN PARTICULAR

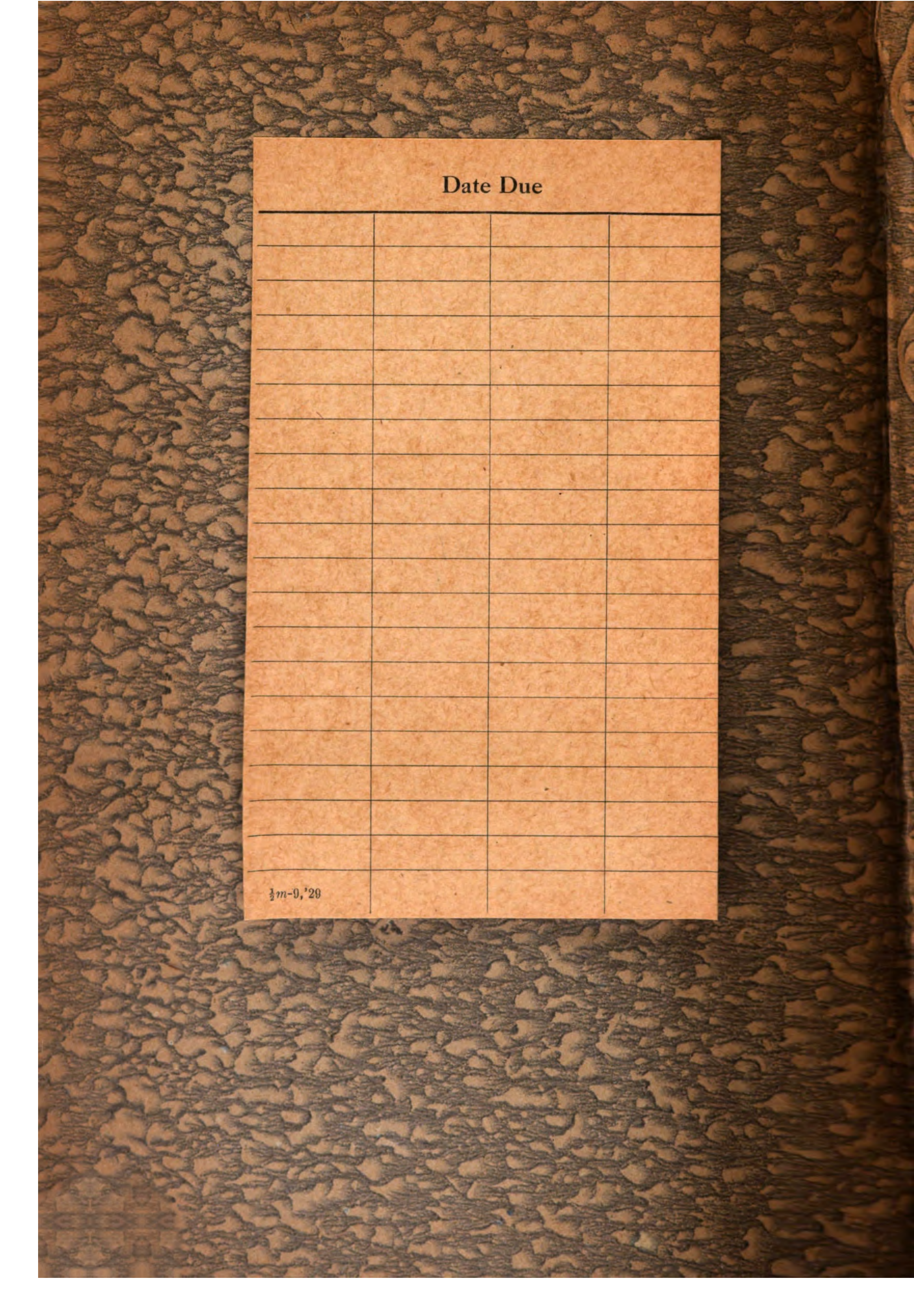
Páginas

IV

V

APÉNDICE





Date Due
½m-9,'28

